Fisiologia do exercício aplicada à infância e à adolescência

Fisiologia do exercício aplicada à infância e à adolescência

Paulo Heraldo Costa do Valle

© 2017 por Editora e Distribuidora Educacional S.A.
Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida ou transmitida de qualquer modo ou por qualquer outro meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia, gravação ou qualquer outro tipo de sistema de armazenamento e transmissão de informação, sem prévia autorização, por escrito, da Editora e Distribuidora Educacional S.A.

Presidente
Rodrigo Galindo

Vice-Presidente Acadêmico de Graduação
Mário Ghio Júnior

Conselho Acadêmico
Alberto S. Santana
Ana Lucia Jankovic Barduchi
Camila Cardoso Rotella
Cristiane Lisandra Danna
Danielly Nunes Andrade Noé
Emanuel Santana
Grasiele Aparecida Lourenço
Lidiane Cristina Vivaldini Olo
Paulo Heraldo Costa do Valle
Thatiane Cristina dos Santos de Carvalho Ribeiro

Revisão Técnica
Ana Carolina de Castro Curado

Editoração
Adilson Braga Fontes
André Augusto de Andrade Ramos
Cristiane Lisandra Danna
Diogo Ribeiro Garcia
Emanuel Santana
Erick Silva Griep
Lidiane Cristina Vivaldini Olo

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Valle, Paulo Heraldo Costa
V181f Fisiologia do exercício aplicada à infância e à adolescência / Paulo Heraldo Costa do Valle. – Londrina : Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2017.
176 p.

ISBN 978-85-8482-816-6

1. Exercícios físicos para crianças – Aspectos fisiológicos. 2. Exercícios físicos para adolescentes – Aspectos fisiológicos. I. Título.

CDD 612.044

2017
Editora e Distribuidora Educacional S.A.
Avenida Paris, 675 – Parque Residencial João Piza
CEP: 86041-100 — Londrina — PR
e-mail: editora.educacional@kroton.com.br
Homepage: http://www.kroton.com.br/

Sumário

Unidade 1 | Bioenergética e metabolismo aplicado à infância e à adolescência 7

Seção 1.1 - Principais funções da membrana celular, do núcleo e das organelas 9
Seção 1.2 - Importância da alimentação 21
Seção 1.3 - Vias metabólicas envolvidas na produção de energia 33

Unidade 2 | Sistema neuromuscular e exercício físico na infância e na adolescência 47

Seção 2.1 - Estrutura do músculo esquelético e a organização geral do sistema nervoso 49
Seção 2.2 - Estrutura e função dos sistemas somático e autônomo e os eventos associados a um potencial de ação 61
Seção 2.3 - Prescrição de exercício físico 73

Unidade 3 | Respostas cardiovascular e respiratória ao exercício físico na infância e na adolescência 87

Seção 3.1 - Estrutura e função do sistema circulatório e respiratório 89
Seção 3.2 - Respostas cardiovasculares a vários tipos de exercícios 103
Seção 3.3 - Respostas respiratórias ao exercício físico 115

Unidade 4 | Respostas hormonais ao exercício físico na infância e na adolescência 129

Seção 4.1 - Papel dos hormônios 131
Seção 4.2 - Respostas hormonais durante o exercício físico 143
Seção 4.3 - Patologias e exercício físico 155

Palavras do autor

Prezado aluno, ingressaremos em uma nova proposta de estudo e entenderemos a importância da fisiologia do exercício na infância e na adolescência. Tenho certeza de que ao final deste livro você terá uma grande quantidade de informações muito importantes e fundamentais para seu futuro profissional.

A competência geral desta disciplina é conhecer os aspectos relacionados ao metabolismo, sistema neuromuscular, cardiovascular, respiratório e hormonal do exercício na infância e na adolescência.

Ao longo desta disciplina, trabalharemos uma atitude muito importante para você, futuro profissional: o raciocínio crítico e a solução de problemas. Com isso, espera-se que, ao final desta, você tenha condições de solucionar todos as questões apresentadas, utilizando sempre um raciocínio crítico.

Neste livro, você terá acesso a todas as informações relacionadas com a Fisiologia do exercício aplicada à infância e à adolescência, por meio da divisão dos vários assuntos em quatro unidades:

- Bioenergética e metabolismo aplicado à infância e à adolescência.
- Sistema neuromuscular e exercício físico na infância e na adolescência.
- Respostas cardiovascular e respiratória ao exercício físico na infância e na adolescência.
- Respostas hormonais ao exercício físico na infância e na adolescência.

Na Unidade 1, Bioenergética e metabolismo aplicado à infância e à adolescência, serão trabalhadas as principais funções da membrana celular, do núcleo e das organelas, destacando a importância da alimentação e as vias metabólicas envolvidas na produção de energia.

Já na Unidade 2, Sistema neuromuscular e exercício físico na infância e na adolescência, os assuntos abordados serão: estrutura do músculo esquelético e organização geral do sistema nervoso, estrutura e função dos sistemas somático e autônomo e eventos associados a um potencial de ação e prescrição de exercício físico.

Na Unidade 3, Respostas cardiovascular e respiratória ao exercício físico na infância e na adolescência, serão estudados temas, como: estrutura e função dos

sistemas circulatório e respiratório, respostas cardiocirculatórias a vários tipos de exercícios e respostas respiratórias ao exercício físico.

E, finalmente, na Unidade 4, Respostas hormonais ao exercício físico na infância e na adolescência, o estudo está pautado no papel dos hormônios, nas respostas hormonais durante a atividade física, pós-treinamento e nas patologias.

Em cada seção do livro, será trabalhada uma situação-problema envolvida com a estudante de Educação Física Maria Vitória, monitora da disciplina de Fisiologia do exercício aplicada à infância e à adolescência.

Sua participação nesta disciplina é fundamental, por isso, é muito importante que você leia sempre todos os materiais disponibilizados neste livro didático.

Podemos iniciar? Boa sorte para você nesta nova jornada.

Bioenergética e metabolismo aplicado à infância e à adolescência

Convite ao estudo

O assunto trabalhado nesta primeira unidade está associado à bioenergética e ao metabolismo aplicado à infância e à adolescência. Todo o conteúdo dará condições para você, aluno, entender as unidades seguintes, permitindo, ao final da disciplina, plenas condições de assimilar todos os processos fisiológicos relacionados com a criança e com o adolescente durante a realização de um exercício físico, como também os efeitos agudos e crônicos da prática de atividades físicas para todos os sistemas do corpo humano.

A competência geral desta disciplina de Fisiologia aplicada à infância e à adolescência é conhecer os aspectos referentes ao metabolismo, sistema neuromuscular, cardiovascular, respiratório e hormonal na prática de exercício físico na infância e na adolescência.

Os objetivos desta unidade é despertar em você, futuro profissional da Educação Física, o interesse, a capacidade de interpretação e o entendimento de todos os processos bioenergéticos e metabólicos pertinentes à infância e à adolescência, dando condições de solucionar todas as situações-problemas exibidas ao longo desta unidade.

Maria Vitória é uma estudante do último ano do curso de Educação Física. Neste semestre, ela assumiu a monitoria na disciplina de Fisiologia do exercício aplicada à infância e à adolescência e está acompanhando todas as aulas com o professor Paulo.

Em cada seção, ela passará por uma situação-problema diferente,

obrigando-a a utilizar todos os conhecimentos já adquiridos no decorrer do curso e, em específico, na referida disciplina, dando subsídios para que você tenha condições de resolver todos esses acontecimentos do dia a dia, referentes à sua futura profissão.

Na Seção 1.1 desta unidade, serão trabalhadas as principais funções da membrana celular, do núcleo e das organelas, estudando: células, membrana plasmática e citoplasma, organelas peroxissomos, centríolos, proteossomos, cílios, flagelos, divisão celular, tecidos e morte celular.

Na Seção 1.2, será estudada a importância da alimentação por meio dos assuntos, como: macronutrientes, micronutrientes, metabolismo energético, gasto energético e recomendações nutricionais.

Na Seção 1.3, serão apresentadas as vias metabólicas envolvidas na produção de energia pelo conhecimento dos conceitos sobre metabolismo, via anaeróbica alática, via anaeróbica lática e via aeróbica.

Seção 1.1

Principais funções da membrana celular, do núcleo e das organelas

Diálogo aberto

Vamos aproveitar este momento para relembrar qual é o nosso contexto de aprendizagem: estamos falando da aluna de educação física Maria Vitória, monitora na disciplina de Fisiologia do exercício aplicada à infância e à adolescência, que estará envolvida em várias situações-problema, que você ajudará na resolução de todas elas. Maria Vitória foi convidada para representar seu professor Paulo na escola particular de segundo grau Albert Einstein, tendo como finalidade ministrar uma palestra com os alunos do primeiro ano do ensino médio, cuja proposta era abordar as principais estruturas e funções da membrana celular, do núcleo e das organelas. Ao final de sua exposição, um dos estudantes fez uma importante pergunta para a garota, ele queria saber qual é a importância da utilização das células-tronco e por que a utilização das células embrionárias é um assunto tão polêmico no Brasil e se existe alguma lei no país que regulamenta esta prática.

Com base em todas essas informações, convidamos você para responder com a Maria Vitória esse importante questionamento.

Não pode faltar

Núcleo, membrana plasmática e citoplasma

Microscópios

O conhecimento de todas as células só tornou-se possível a partir da invenção, em 1590, do microscópio, descoberta atribuída a dois holandeses, Hans Janssen e seu filho Zacharias, porém o primeiro a visualizar os materiais biológicos foi Antonie van Leeuwenhoek.

Em 1665, as células foram descobertas pelo cientista inglês Robert Hooke, pela observação de finos cortes de cortiça, material de origem vegetal.

Figura 1.1 | Microscópios

Fonte: <https://www.pixelsquid.com/stock-image/antique-light-microscope-899979553374476097?image=G07>. Acesso em: 24 nov. 2016.

Esse cientista visualizou pequenas cavidades preenchidas por ar, as paredes celulares das células que formavam a cortiça, chamando-as, então, de células.

Os microscópios ópticos, também chamados de microscópios de luz, são capazes de aumentar até 2000 vezes, utilizados com a finalidade de ampliar e observar as estruturas pequenas, dificilmente visíveis ou invisíveis a olho nu, como principal exemplo as células, podendo ser observadas tanto as vivas quanto as mortas.

Em 1931, foi inventado o microscópio eletrônico por Ernst Ruska, permitindo, assim, o aumento cerca de 500 mil vezes, fato este que possibilitou um estudo muito mais detalhado de todas as estruturas celulares.

O conhecimento sobre as propriedades das células foi chamado de Teoria Celular, surgindo no século XIX, pelo botânico alemão Matthias Jakob Schleiden, em 1838, e pelo zoólogo, também alemão, Theodor Schwann, em 1839, tendo os seguintes princípios:

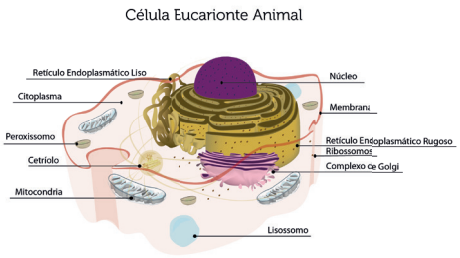
- Todos os seres vivos são formados por uma ou mais células.
- Toda célula se origina de outra pré-existente, pelo processo de divisão celular.
- A célula é a unidade estrutural e funcional de todos os organismos vivos.
- A atividade de um organismo depende da atividade total de células independentes.
- Todas as células têm, basicamente, a mesma constituição química.
- Todas as reações metabólicas e bioquímicas ocorrem no interior das células.
- A informação genética e hereditária da célula é passada para outras células durante o processo de divisão celular.

Células

Você sabia que as células são consideradas a unidade básica funcional de corpo humano?

Este tem dezenas de milhões de células, tão minúsculas que podem medir cerca de 0,01 mm de diâmetro; mesmo as consideradas maiores ainda são muito menores do que um fio de cabelo, por exemplo.

Figura 1.2 | Células

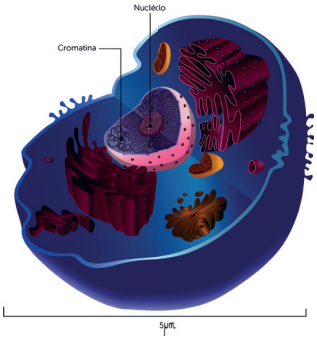


Fonte: adaptada de Davies e Cols (2002, p. 15).

Todas as células possuem várias características em comum, como: uma membrana celular exterior, um núcleo, um citoplasma e várias organelas.

Vamos agora abordar cada uma dessas estruturas.

Figura 1.3 | Núcleo



Fonte: adaptada de Davies e Cols (2002, p. 15).

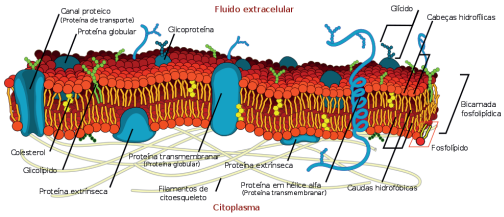
Núcleo

O núcleo é uma palavra de origem grega que significa semente. Este nome foi dado devido à analogia aos frutos, sendo, então, a semente da célula.

Este é classificado como o centro de controle das atividades celulares, podendo ser considerado como o "arquivo" das informações hereditárias que a célula transmite às suas filhas ao se reproduzirem.

Membrana plasmática

Figura 1.4 | Membrana plasmática



Fonte: adaptada de Davies e Cols (2002, p. 15).

A membrana celular, também chamada de membrana plasmática, é extremamente fina, formada por duas camadas de lipídios e por proteínas de formas diferentes entre elas, tendo como principal função regular a entrada e a saída de todas as substâncias, com permeabilidade seletiva, isto é, capacidade de selecionar o que entra e sai, de acordo com as necessidades da célula. Um grande número de substâncias acaba sendo transportado para o interior e para o exterior das células de forma passiva, não ocorrendo, portanto, o gasto de energia, como é o caso do oxigênio e do gás carbônico. Enquanto outros elementos entrarão e sairão das células de forma ativa, neste caso existe então a participação de substâncias especiais, as enzimas transportadoras.

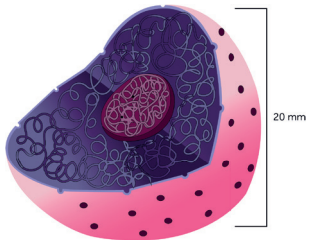
Citoplasma

O citoplasma é o local compreendido entre a membrana plasmática e a celular,

formado por um líquido viscoso, chamado de citosol, constituído basicamente por íons dissolvidos em solução aquosa e substâncias de fundamental necessidade à síntese de moléculas orgânicas (carboidratos e proteínas). É importante destacar que neste líquido todas as organelas estão flutuando.

Organelas (núcleo, retículo endoplasmático, complexo de Golgi, lisossomos e mitocôndrias)

Figura 1.5 | Núcleo

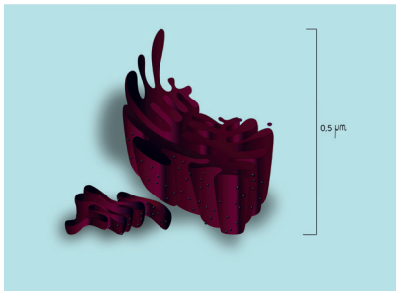


Fonte: adaptada de Davies e Cols (2002, p. 14).

Ribossomos

Os ribossomos são pequenas estruturas que vão atuar na síntese de proteínas, são grânulos de ácido ribonucleico (RNA) e proteínas ribossomais, estão presentes no citoplasma e ficam aderidos ao retículo endoplasmático. De acordo com alguns dados atuais, os ribossomos não são mais considerados como uma organela.

Figura 1.6 | Retículo endoplasmático



Fonte: adaptada de Davies e Cols (2002, p. 14).

Retículo endoplasmático

O retículo endoplasmático está envolvido com a síntese de proteínas e lipídios, formado por tubos e sacos achatados estendidos por todo citoplasma, podendo ser de dois tipos: rugoso e liso. O retículo rugoso é associado aos ribossomos e faz relação com a síntese de proteínas, enquanto que o liso está associado com a síntese de lipídios.

Também existem outras funções referentes à porção lisa, como: retirada de substâncias potencialmente tóxicas, participação da segregação de regiões do citoplasma ou organelas envelhecidas para sua reciclagem no processo de autofagia, assim também no armazenamento e na regulação na utilização do íon cálcio no metabolismo das células musculares.

Retículo endoplasmático liso

É uma rede de tubos e bolsas de formato achatado e com curvas, cuja função é atuar no transporte dos materiais através das células, armazenando o cálcio. Além disso, é considerado como o principal responsável pelo metabolismo das gorduras.

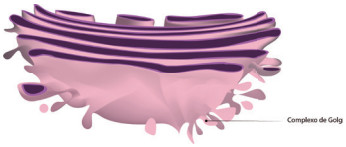
Retículo endoplasmático rugoso

É um conjunto de membranas dobradas, com muitos ribossomos estendidos por toda a célula e têm a função de ajudar no transporte de materiais para a célula, como também produzir mais proteínas.

Complexo de Golgi

O complexo de Golgi é um conjunto de membranas lisas que formam "sacos", tendo como principal função a secreção das proteínas produzidas no retículo endoplasmático rugoso, para serem entregues para outras organelas.

Figura 1.7 | Complexo de Golgi

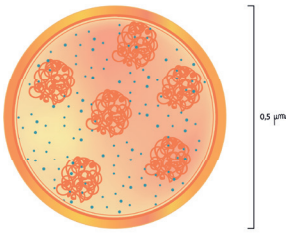


Fonte: adaptada de Davies e Cols (2002, p. 15).

Lisossomos

Os lisossomos têm um importante papel para o funcionamento das células, atuando na digestão celular. Eles são compostos pelos sáculos do complexo de Golgi e recebem classificação de: primário, secundário e terciário. Os primários contêm em seu interior apenas enzimas. Quando estão associados a algum endossomo tardio ou a outro vacúolo digestão, são os lisossomos secundários, e se em seu interior existem resíduos não digeridos no processo de digestão, são, então, os terciários.

Figura 1.8 | Lisossomos

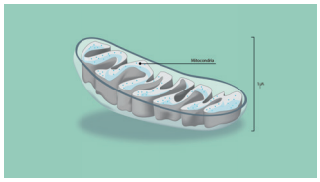


Fonte: adaptada de Davies e Cols (2002, p. 14).

Mitocôndrias

As mitocôndrias têm um papel fundamental para o funcionamento celular, sendo responsáveis pela síntese do trifosfato de adenosina (ATP) com uso de oxigênio, processos envolvidos no ciclo de Krebs e na cadeia respiratória.

Figura 1.9 | Mitocôndrias



Fonte: adaptada de Davies e Cols (2002, p. 15).

Exemplificando

Um dos grandes exemplos de alterações que ocorrem com a prática de atividade física regular é o aumento no tamanho das mitocôndrias, provocando uma potencialização da sua capacidade para oxidar gorduras, glicose e proteínas.

Reflita

Agora que acabamos de abordar as alterações que ocorrem com as mitocôndrias, gostaria de convidar você para refletir sobre o que pode acontecer com as outras organelas também em função da prática de atividades físicas regulares.

Funções celulares básicas

A maioria das células realizam funções básicas, fundamentais para a sobrevivência dos organismos, como:

- Obtenção de nutrientes e de oxigênio por meio dos alimentos.
- Realização de várias reações químicas que utilizam os nutrientes e o oxigênio com a finalidade de fornecer energia para as células.
- Eliminação do dióxido de carbono e de outros resíduos produzidos durante as reações químicas.
- Realização de síntese de proteínas e de outros componentes fundamentais para a manutenção da estrutura celular, crescimento e algumas funções celulares.

Peroxissomos, centríolos, proteossomos, cílios e flagelos

Existem algumas funções celulares especializadas, geralmente relacionadas a uma modificação da função celular básica, como:

Peroxissomos

Os peroxissomos são bolsas membranosas que têm alguns tipos de enzimas relativas ao processo de digestão. Há uma grande semelhança com os lisossomos, por isso, até pouco tempo existia uma certa confusão entre essas duas estruturas. A principal diferença entre elas é a presença de enzimas, uma vez que os peroxissomos contêm enzimas que degradam gorduras e aminoácidos, além de grandes quantidades da enzima catalase.

Centríolos

Os centríolos são caracterizados por não estarem envolvidos por membranas e por participarem da divisão celular, estando presentes na maioria das células. São organizados estruturalmente por nove trios de microtúbulos protéicos, em forma de cilindro, sendo autoduplicáveis no período anterior à divisão celular, migrando, em seguida, para os polos opostos da célula.

Proteossomos

Os proteossomos são complexos de diversas proteases (multienzimas), cuja função é digerir as proteínas marcadas para destruição. Este processo é necessário para que seja realizada a remoção de todo o excesso de enzimas, como também as outras proteínas que não exercem mais nenhuma função na célula, tornando-a, portanto, indispensável. Outra atividade dos proteossomos é destruir todas as moléculas proteicas que tenham defeitos ou ainda as proteínas codificadas por um vírus, para que não exista a produção de novos.

Cílios e flagelos

Os cílios estão ligados à membrana plasmática das células, que, com flagelos, são estruturas citoplasmáticas anexas à membrana plasmática das células, sendo a sua origem no prolongamento dos centríolos, formando um conjunto de microtúbulos.

Divisão celular, tecidos e morte celular

Divisão celular

A divisão celular está relacionada com a capacidade que a célula de se dividir e originar outras. Existem dois tipos:

• **Somáticas**: que representam a maioria das células do corpo humano, como as que compõem os órgãos, exemplo: fígado, pulmão, coração, entre outros.

• **Sexuais**: são os gametas, responsáveis pela reprodução sexuada.

Esses dois grupos de células, somáticas e sexuais, não são gerados da mesma forma. As células podem se dividir de duas maneiras distintas: pela meiose ou pela mitose. Ambos são eventos complexos em que uma célula dá origem a outras.

Tecidos

Os tecidos são definidos como grupos organizados de células que desempenham funções específicas no organismo. Os tecidos existentes são epitelial, conjuntivo, muscular e nervoso, descritos a seguir:

• **Epitelial**: as células do tecido epitelial estão dispostas umas bem próximas das outras, tendo como principal função o revestimento e a proteção do corpo.

• **Conjuntivo**: estão afastadas uma das outras, sendo que o espaço entre elas é preenchido por substância intercelular e sua principal função é promover a união e a sustentação dos órgãos.

• **Muscular**: chamadas de fibras musculares e têm a função de contração e

relaxamento. Existem três tipos de músculos: liso, esquelético e cardíaco.

- **Nervoso**: chamados de neurônios e são capazes de receber estímulos e conduzir toda a informação para as outras células.

Assimile

É importante que você tenha entendido os tipos de tecidos, em especial, o tecido muscular e nervoso, pois na próxima unidade estudaremos com mais detalhes o sistema neuromuscular e o exercício físico na infância e na adolescência.

Morte celular

Nos casos em que as respostas adaptativas a um determinado estímulo não são eficazes, ou mesmo quando não existe mais possibilidade de adaptação, ocorrerá então uma sequência de eventos chamados de lesão celular, e quando esta é irreversível, haverá a morte celular.

Existem dois tipos de morte celular: a necrose e a apoptose. A primeira ocorre nas situações patológicas decorrentes de um tecido após uma lesão severa, havendo, assim, uma morte acidental, enquanto que a segunda é fruto de situações fisiológicas, como na embriogênese e em processos de metamorfose e de regulação do desenvolvimento e renovação celular, neste caso, é considerada uma morte programada.

Dessa forma, é possível afirmar que os estímulos patológicos mais brandos induzirão a morte celular pela apoptose, enquanto que os estímulos mais severos levarão à necrose.

Pesquise mais

O artigo *Influência dos hábitos de vida no desenvolvimento do câncer* é muito interessante, pois aborda uma doença silenciosa que está afetando cada vez mais as pessoas que vivem no mundo industrializado, o que era bem menos frequentes no passado.

De acordo com dados desta pesquisa, a atividade física regular dos adolescentes pode oferecer uma proteção adicional contra o câncer de mama, como também auxiliar na diminuição nas diversas manifestações dessa doença, tanto para homens quanto para mulheres. (PRADO, Bernardete Bisi F. do. Influência dos hábitos de vida no desenvolvimento do câncer. **Revista Ciência e Cultura**, v. 6, n. 1. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S0009-67252014000100011&script=sci_arttext>. Acesso em: 31 jul. 2016.)

Faça você mesmo

Convidamos você a fazer uma pesquisa sobre quais são os benefícios alcançados pelas células de crianças e adolescentes com a prática de atividades físicas regulares.

Sem medo de errar

Antes de começar a responder à situação-problema, convidamos você a ler o artigo a seguir pois ele será fundamental para a resolução da atividade proposta.

Atenção

Este artigo apresenta um bom embasamento sobre a utilização da terapia com células-tronco embrionárias. (PEREIRA, L. V. A importância do uso das células-tronco para a saúde pública. **Revista Ciências e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 1, 2008. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232008000100002>. Acesso em: 4 ago. 2016).

A obtenção das células-tronco embrionárias é um assunto muito polêmico, pois envolve a destruição do embrião pré-implantação com cinco dias, uma vez que muitas religiões já consideram a vida desde a fecundação. Assim, esta prática considerada inaceitável, já que nestas células-tronco embrionárias já há vida humana.

A partir de 1978, iniciaram as técnicas de reprodução assistida, gerando muitos embriões humanos que nunca serão utilizados para fins reprodutivos, por isso, são congelados ou até descartados. A grande reclamação de muitos grupos de pessoas é que estes embriões que nunca serão utilizados podem ficar congelados pela vida inteira, sendo utilizados nas pesquisas com o objetivo de auxiliar em um melhor entendimento para o tratamento de tantas doenças, como infarto, Parkinson etc.

Pela Lei 11.105 de 24/03/2005, mais conhecida como a Lei de Biossegurança, foi regulamentado o uso do embrião humano, permitindo a utilização de células-tronco embrionárias para fins de pesquisa e terapia, apenas nos casos de embriões inviáveis ou congelados há mais de três anos, considerando que para a utilização destes é sempre necessário o consentimento dos genitores.

Pode-se afirmar que a partir desta lei iniciou-se o desenvolvimento de células-tronco embrionárias humanas no Brasil, porém não só este país, como todo o mundo ainda está muito longe de atingir seu uso terapêutico em grande escala.

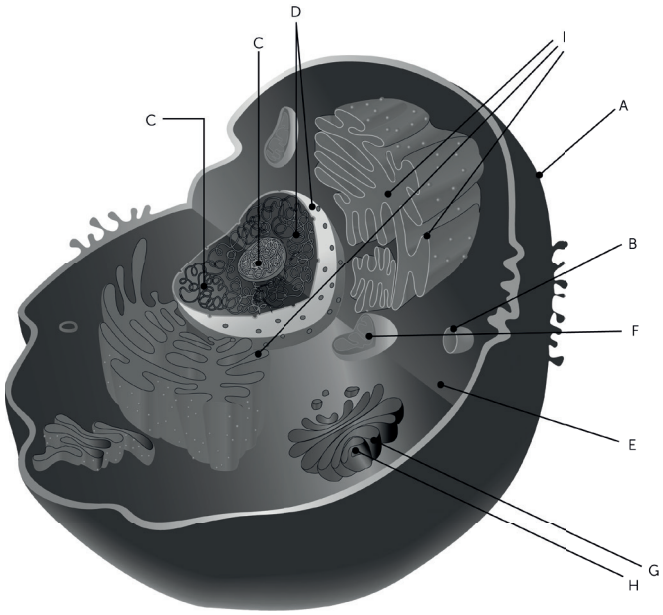
Avançando na prática

Estudando a célula de uma forma mais didática

Descrição da situação-problema

Joaquim foi convidado para participar de um projeto nas escolas públicas, cujo objetivo principal é trabalhar de forma mais lúdica o estudo das células. Com base nessas informações, como Joaquim pode aplicar os conteúdos para todos os alunos de uma forma mais dinâmica e didática? Ele pensou em antes de tudo usar um desenho de uma célula e, conforme a exposição de cada um dos itens, os estudantes vão reconhecendo cada uma das estruturas e escolhendo uma cor diferente para pintá-las. Convidamos você para reconhecer estas estruturas e saber o funcionamento de cada uma das estruturas.

Figura 1.10 | Estruturas celulares



Fonte: adaptada de Kapit, Macey e Meisami (2004).

Resolução da situação-problema

Joaquim, após fazer sua apresentação para a turma, pediu a participação de todos ativamente, ajudando-o, assim, no reconhecimento de cada estrutura. Após sua explanação sobre todo o conteúdo, ele convidou a todos para irem um a um a frente, a fim de reconhecer uma estrutura. Se o aprendiz acertasse, deveria pintá-la e dizer para toda a sala qual era sua função. Depois que o exercício foi concluído, Joaquim colocou no quadro a letra correspondente ao desenho ao lado com o nome.

A = Membrana plasmática
B = Lisossomos
C = Núcleo
D = Nucléolo
E = Citoplasma
F = Mitocôndrias
G = Ribossomos
H = Retículo endoplasmático rugoso
I = Retículo endoplasmático liso
J = Complexo de Golgi

Em seguida, apresentou outros desenhos e continuou trabalhando com todos os alunos. O resultado atingido foi excelente pois conseguiu a participação de toda a turma durante a atividade. Ao final, todas as crianças pediram que ele voltasse outro dia pois sua explicação foi muito objetiva.

Faça valer a pena

1. A membrana celular, também chamada de membrana plasmática, é extremamente fina, formada por duas camadas de lipídios e uma de proteínas. De maneiras diferentes entre as duas camadas de lipídios, as substâncias podem ser transportadas passiva ou ativamente.

Qual é a principal função da membrana celular e o que significa permeabilidade seletiva?

a) A membrana celular regula a entrada de todas as substâncias para dentro da célula. A permeabilidade seletiva é a capacidade de selecionar as substâncias que entram de acordo com as necessidades da célula.

b) A membrana celular atua na síntese de proteínas. A permeabilidade seletiva é a capacidade de inibir todas as substâncias.

c) A membrana celular regula a entrada e a saída de todas as substâncias para dentro e para fora da célula. A permeabilidade seletiva é a capacidade de selecionar as substâncias que entram ou saem de acordo com as necessidades da célula.

d) A membrana celular é responsável pela síntese do trifosfato de adenosina. A permeabilidade seletiva é o controle da produção de energia no ciclo de Krebs e na cadeia respiratória.

e) A membrana celular atua na digestão celular. A permeabilidade seletiva é o controle exercido pelas enzimas presentes na membrana celular.

2. As células podem ser consideradas como a menor unidade básica funcional de corpo humano, todas têm várias características em comum, como: uma membrana celular exterior, um núcleo, um citoplasma e várias organelas.

Qual é a organela responsável pela síntese do trifosfato de adenosina?

a) Complexo de Golgi.
b) Retículo endoplasmático.
c) Lisossomos.
d) Mitocôndrias.
e) Ribossomos.

3. Nos casos em que as respostas adaptativas a um determinado estímulo não são eficazes ou mesmo quando não existe mais possibilidade de adaptação, ocorrerá uma sequência de eventos chamados de lesão celular, e quando esta é irreversível, há a morte celular.

Assinale a alternativa correta que apresenta quais são os tipos de mortes celulares existentes.

a) Necrose e morte desprogramada.
b) Agenesia e homeostase.
c) Metamorfose e relaxamento.
d) Renovação celular e contração.
e) Necrose e a apoptose.

Seção 1.2

Importância da alimentação

Diálogo aberto

Antes de apresentar a nossa situação-problema desta seção, gostaríamos de lembrá-lo que Maria Vitória é uma estudante do último ano do curso de Educação Física e está como monitora da disciplina de Fisiologia do exercício aplicada à infância e à adolescência, acompanhando, então, todas as aulas do professor Paulo.

Maria Vitória e suas colegas do curso de Educação Física exercício aplicada à infância e à adolescência foram fazer uma visita em uma Organização não governamental (ONG) chamada Viva com saúde, que trabalha com crianças desnutridas. A diretora da instituição fez um convite para o grupo, para que preparasse uma palestra a ser ministrada para todas as professoras das crianças atendidas por esta ONG, abordando como os alimentos podem ser melhor aproveitados.

Com base em todas essas informações, quais são os principais pontos que devem ser abordados nesta palestra para as docentes?

Não pode faltar

Macronutrientes

Carboidratos

Os carboidratos são as biomoléculas presentes em maiores quantidades na natureza, compostos por uma molécula de carbono (C), duas de hidrogênio (H) para uma de oxigênio (O). São representados por $(CH_2O)n$, formando um carbonato hidratado e recebem o nome de carboidratos, mas também são chamados de açúcares. Os principais exemplos de carboidratos são: glicose, frutose, sacarose, lactose, maltose, amido, celulose e glicogênio.

A principal função desses elementos é o fornecimento de energia para todos os organismos, sendo que existem três tipos principais: monossacarídeos, oligossacarídeos e polissacarídeos.

Os monossacarídeos são carboidratos simples que contêm de três a nove átomos de carbono, denominados de acordo com o número de átomos de carbono presentes:

- Trioses = três átomos.
- Tetroses = quatro átomos.
- Pentoses = cinco átomos.
- Hexoses = seis átomos.
- Heptoses = sete átomos.
- Octoses = oito átomos.
- Nonoses = nove átomos.

Os monossacarídeos apresentam o sufixo –ose e têm o grupamento carbonila (-C=O), que, quando está localizado na extremidade da cadeia, forma o grupo funcional aldeído e o açúcar passa a ser aldose. Quando este grupamento estiver no meio da cadeia, caracteriza uma cetona, o açúcar passa a ser chamado de cetose, tendo como exemplos a ribose e a desoxirribose, que contêm cinco átomos e estão presentes no DNA e no RNA.

A glicose é um carboidrato monossacarídeo, cujo papel fundamental é o fornecimento de energia. Ela está presente em todos os tecidos e, após a sua absorção pelas células, é transformada em energia na forma de trifosfato de adenosina (ATP), sendo utilizada na maioria das reações metabólicas.

Os monossacarídeos também servem de base para a formação de todos os demais carboidratos. Os dissacarídeos e os polissacarídeos, quando se unem por ligações glicosídicas, formam carboidratos ainda maiores, chamados de dissacarídeos, constituídos por dois monossacarídeos, como a maltose, a lactose e a sacarose. Os oligossacarídeos contêm até 12 unidades de monossacarídeos, enquanto os polissacarídeos apresentam mais de 12, como o amido e o glicogênio, estruturados por centenas de unidades de glicose reunidas. Os polissacarídeos são moléculas grandes, insolúveis em água, mas que na presença de algumas enzimas e substâncias ácidas podem ser hidrolisadas em dissacarídeos e, em seguida, em monossacarídeos, tendo como função principal o armazenamento de energia.

O organismo humano não consegue absorver de forma direta o amido, sendo, então, hidrolisado no intestino delgado e absorvido pelas células intestinais e transportado para a corrente sanguínea. O glicogênio, por sua vez, é um polissacarídeo de origem animal, sintetizado a partir da polimerização da glicose. Esse processo recebe o nome de glicogênese, armazenado no fígado e representando, assim, a maior reserva de energia de todo o corpo humano.

Lipídios

Os lipídios são biomoléculas formadas por carbono (C), hidrogênio (H) e oxigênio (O), representados pelos óleos, pelas gorduras e pelas ceras, cuja característica principal é a insolubilidade em água, mas são solúveis em solventes orgânicos, como: éter, clorofórmio e benzeno.

Os lipídios são fundamentais na constituição das membranas celulares, formando a dupla camada lipídica, o que proporciona um isolamento do meio intracelular para o meio extracelular. Estes são considerados a segunda maior reserva de energia do organismo, podendo ser adquiridos a partir de duas fontes: pela alimentação e pela reserva orgânica (tecido adiposo), tendo, ainda, outras funções, como: servir de isolante térmico para os mamíferos, formar os hormônios etc.

Eles são classificados como:

- Simples – representados pelos triacilgliceróis.
- Compostos – representados pelos fosfolipídios, glicolipídios e lipoproteínas.
- Derivados – representados pelos ácidos graxos, esteroides e hidrocarbonetos.

Assimile

As micelas são estruturas supramoleculares formadas pela junção de ácidos graxos, que têm como características uma cabeça hidrofílica e uma cadeia hidrofóbica (polares e apolares simultaneamente). Essa cadeia é formada de átomos de carbono e de hidrogênio.

Você pode, por exemplo, observar a ação das micelas quando está lavando um prato engordurado, pois ela é derretida em contato com os detergentes. Esta mesma ação pode ser notada no texto a seguir, que trata da absorção dos lipídios e do processo de digestão.

Os lipídios, quando absorvidos, passam por um processo de digestão, sendo "quebrados" em moléculas menores para melhor absorção e, depois deste processo, as moléculas entrarão na corrente sanguínea, formando micelas para atuar na síntese de hormônios, proteção como a termorregulação, entre outras funções.

Os ácidos graxos têm dois tipos de cadeia: saturada, em que são formadas as ligações simples, e insaturadas, com ligações duplas.

Os lipídios simples são considerados os mais abundantes no organismo,

representados pela molécula triacilgliceróis (TAG), formados por três ácidos graxos e um glicerol. Já os lipídios compostos são produzidos pela ligação de um lipídio simples com uma substância química, como: fósforo, glicídios, nitrogênio e enxofre, dando origem aos fosfolipídios, aos glicolipídios e às lipoproteínas. Podem ser destacados nos lipídios compostos as funções dos fosfolipídios que atuam na formação e na preservação da estrutura da membrana celular, presentes na coagulação do sangue e na estrutura da bainha de mielina dos neurônios.

As lipoproteínas são consideradas facilitadoras para o meio de transporte de lipídios no sangue, divididas de acordo com suas características físico-químicas em:

- VLDL (lipoproteína de muito baixa densidade).
- LDL (lipoproteína de baixa densidade).
- HDL (lipoproteína de alta densidade).

O colesterol é um lipídio derivado, ou seja, é formado por lipídios simples e compostos, sendo a base de todos os hormônios esteroides sintetizados pelo organismo em órgãos, como: gônadas, tecido adiposo, córtex das adrenais e placenta, sendo eles o cortisol, a aldosterona, o estradiol e a testosterona.

O colesterol em excesso no sangue é muito prejudicial e aumenta o risco de desenvolver doenças cardiovasculares. Há dois tipos: o LDL, considerado "ruim" por ter a possibilidade de depositar-se nas artérias, provocando sua obstrução, enquanto o HDL, chamado de "bom", impede que o excesso de colesterol seja acumulado nas artérias.

O processo de digestão dos lipídios é diferente dos carboidratos por ter muita atividade no intestino delgado, envolvendo três enzimas: lípase lingual, lípase gástrica e lípase pancreática. Para haver o processo da digestão, os triacilgliceróis precisam passar por duas etapas: a emulsificação e a digestão propriamente dita, respectivamente. Após a degradação em glicerol e ácidos graxos, é possível a absorção pelas células do intestino e, em seguida, são transportadas para fora do intestino pela lipoproteína quilomícrom, para o tecido adiposo, para os tecidos periféricos e para os músculos.

Proteínas

As proteínas são formadas por vários aminoácidos, ambos produzidos por moléculas pequenas que contêm na sua composição carbono (C), hidrogênio (H), oxigênio (O2) e nitrogênio (N). O que caracteriza um aminoácido é a presença de dois grupamentos especiais de átomos, a amina (NH2), o ácido carboxílico

ou carboxila (COOH) e também um radical que determina um dos vinte tipos de aminoácidos.

Os aminoácidos presentes nos seres vivos são chamados de naturais, diferenciados por apresentarem um dos grupamentos de átomos ligados a um carbono central, recebendo o nome de carbono alfa, intitulado de radical (R) e variando de acordo com o aminoácido. Além disso, é classificado pelas propriedades funcionais dos radicais ou ainda pela necessidade de cada organismo.

Você sabia que nem todos os seres vivos produzem os vinte tipos de aminoácidos necessários para a construção das proteínas? Existe uma divisão em aminoácidos essenciais, exatamente o que o organismo humano não consegue sintetizar, e os chamados aminoácidos não essenciais ou naturais são exatamente os que o organismo é capaz de realizar essa função.

Os aminoácidos adquiridos através da alimentação são: arginina, fenilalanina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, serina, treonina, triptofano e valina, enquanto que os aminoácidos produzidos pelo próprio organismo são: alanina, asparagina, cisteina, glicina, glutamina, histidina, prolina, tiroxina, ácido aspártico e ácido glutâmico.

De acordo com sua cadeia lateral, os aminoácidos podem ser classificados como apolares ou polares (sem carga, carregados positivamente - básicos, ou carregados negativamente - ácidos).

Podemos afirmar que os peptídeos são o resultado da ligação de dois ou mais aminoácidos. Quando ocorre a ligação de dois peptídeos, são chamados de dipeptídio; quando são três, tripeptídios; no caso de uma dezena de aminoácidos, são chamados de polipeptídios e a união de vários peptídeos formam uma proteína.

Reflita

Gostaríamos de convidar você para fazer uma importante reflexão sobre os macronutrientes, carboidratos, lipídios e proteínas, todas que os suas principais funções e como o estudo da fisiologia do exercício é fundamental para as crianças e os adolescentes que praticam atividade física regular.

Micronutrientes
Vitaminas

As vitaminas são fundamentais para a manutenção e o desenvolvimento de todas as células do corpo humano, sendo encontradas nos alimentos em pequenas quantidades, como também utilizadas em pequenas quantidades pelo corpo humano. As recomendações para uma alimentação saudável estão relacionadas com comidas muito diversificadas, uma vez que um único alimento nunca vai conter toda a variedade de vitaminas e minerais necessários, por isso, são considerados como prejudiciais à saúde tanto o excesso quanto a falta de vitaminas e minerais.

As vitaminas são consideradas as micromoléculas essenciais à vida. Elas são compostas por treze moléculas diferentes que participam de vários processos metabólicos vitais e a necessidade diária das vitaminas é baixa, sendo que sua falta ocasionará uma patologia chamada de hipovitaminose, enquanto seu excesso é denominado hipervitaminose, levando, então, à intoxicação.

Existem diferenças entre as vitaminas quanto à estrutura, às propriedades químicas e biológicas e à atuação no metabolismo. Algumas das principais funções são: acelerar as reações enzimáticas, agir como coenzimas, atuar como antioxidantes, formar alguns hormônios, entre outras.

As vitaminas são classificadas em hidrossolúveis (solúveis em água) e lipossolúveis (solúveis em gordura) e tal classificação, portanto, está relacionada com a solubilidade da vitamina. As hidrossolúveis são as que compõem o complexo vitamínico B (B1, B2, B6 e B12) e as vitaminas C, como são solúveis em água, não são armazenadas, sendo absorvidas pelo intestino e transportadas pelo sistema circulatório até os tecidos em que serão utilizadas e todo o excesso é eliminado na urina.

As vitaminas lipossolúveis são A, D, E e K, sendo que destas o organismo é capaz de manter estoques (principalmente no fígado e no tecido adiposo). Por serem solúveis em lipídios, são absorvidas no intestino humano com a ajuda de sais biliares, separados pelo fígado e o sistema linfático as transporta a diferentes partes do organismo.

Exemplificando

Chamamos a sua atenção para dar um exemplo de uma vitamina, cujo excesso não causará a hipervitaminose. Você sabe qual é ela? A vitamina C pode ser utilizada em doses até 1000 vezes acima da dose diária recomendada, o único problema é que esta prática causará um grande efeito laxativo.

Sais minerais

Os sais minerais desempenham também importantes funções nas células, podendo ser encontrados livres na forma de íons dissolvidos nos líquidos intracelular e extracelular, como também associados a outras moléculas orgânicas.

As principais funções dos sais minerais são: atuar na formação de alguns tecidos orgânicos, como ossos, dentes, músculos, regulamento do balanço hídrico, ácido-base e pressão osmótica, atuação no sistema imunológico e ação antioxidante. Também agem na contração muscular, transporte de oxigênio, na condução do impulso nervoso, equilíbrio de pH sanguíneo, coagulação sanguínea e na manutenção do ritmo cardíaco.

Dos 28 sais minerais existentes, 12 são essenciais e divididos em dois grupos: macrominerais e microminerais. A necessidade diária dos macrominerais é maior que 100 mg, estando ligados à estrutura e à formação dos ossos, à regulação dos fluídos corporais e às secreções digestivas, e os principais exemplos são: cálcio, fósforo, magnésio, cloreto, sódio e potássio.

Os microminerais apresentam como principais funções as reações bioquímicas, atuando no sistema imunológico e também nas ações antioxidantes, sendo que sua necessidade diária é inferior a 100 mg. A seguir, serão abordadas a função de alguns dos principais minerais:

• Cálcio: está presente em grande concentração nos ossos e dentes (99%), sendo um mineral bem distribuído entre alimentos de origem animal e vegetal, principalmente em leites e derivados, cereais integrais, castanhas, soja e derivados e vegetais verde-escuros. Para sua absorção, é necessária a presença da vitamina D. A carência de cálcio levará à osteoporose, fraturas, fraqueza muscular, enquanto que seu excesso poderá causar problemas renais.

• Fósforo: também é vital para a formação óssea, estando presente na estrutura das células e é fundamental em reações químicas que ocorrem no organismo. A sua falta pode levar a fraturas e problemas musculares, enquanto que seu excesso pode causar ineficiência na absorção do cálcio. Ele é encontrado em leites e derivados, cereais integrais, leguminosas e carnes.

• Sódio: está envolvido com o equilíbrio hídrico com o potássio, participando da condução dos impulsos nervosos e das contrações musculares, sendo que sua falta pode causar câimbras e desidratação, enquanto que seu excesso provoca problemas cardíacos e perda de cálcio. O sódio é encontrado no sal de cozinha.

• Ferro: está presente em todas as células, contribuindo com a produção de enzimas que estimulam o metabolismo. Também formará a hemoglobina e a mioglobina, que levarão o oxigênio para as hemácias e para as células musculares,

sendo fundamental para o transporte de oxigênio para o corpo. As mulheres necessitam duas vezes mais de ferro na dieta do que os homens, por perderem esse mineral a cada mês durante a menstruação.

A carência de ferro pode causar uma quantidade reduzida de oxigênio para os tecidos, provocando a anemia e a fadiga, enquanto que o excesso é tóxico e, em grandes quantidades, provocará distúrbios gastrintestinais. O ferro é encontrado em carnes, miúdos, gema de ovos, leguminosas e cereais integrais.

• Zinco: está relacionado ao crescimento e à evolução do organismo, atuando no desenvolvimento sexual, sistema imune, influenciando também na produção de insulina. Sua carência pode afetar o crescimento normal, causando problemas no sistema imunológico como na perda do paladar e do olfato, enquanto seu excesso pode prejudicar a absorção de cobre no organismo. Esse mineral pode ser encontrado em carnes, frutos do mar, ovos, leguminosas e castanhas.

• Cobre: está relacionado com o controle de atividades enzimáticas, participando na formação de hemoglobina. Possui uma ação antioxidante e sua carência diminuirá a absorção do ferro pelo organismo, enquanto que seu excesso poderá causar problemas para o fígado. Esse mineral é encontrado principalmente nos seguintes alimentos: feijão, ervilhas, castanhas, uvas, cereais e pão integral, frutos do mar, cereais integrais e vegetais verde-escuros.

Metabolismo energético e gasto energético

O metabolismo energético é definido como um conjunto de reações químicas processadas no organismo, responsáveis pela liberação de energia que garantirá o funcionamento do corpo humano. Cada ser humano tem necessidades nutricionais diferentes que variam de acordo com a idade, o sexo, o peso e a altura, como também o grau de atividade física. Geralmente, um adulto necessita de 1500 e 2800 kcal/dia. O gasto energético basal é a quantidade de energia requerida para manter processos básicos relacionados com a manutenção do organismo, como a manutenção das atividades do sistema nervoso, a ventilação pulmonar, a circulação, a excreção renal, as secreções hormonais, entre outras.

Pesquise mais

Este artigo ajudará você a entender um pouco mais sobre a importância do metabolismo energético para os atletas de diferentes sexos. (PARAVIDINO, A. B.; PORTELLA, E. S.; SOARES, E. A. Metabolismo energético em atletas de endurance é diferente entre os sexos. **Revista de**

Nutrição, Campinas, v. 20 n. 3, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-52732007000300010>. Acesso em: 16 ago. 2016).

Recomendações nutricionais

Infelizmente, assim como na maioria dos países, o Brasil também está aumentando o percentual de obesidade e de doenças associadas a isto em crianças de todas as idades.

A base para a prevenção deve ser, principalmente, dois pontos:

• Conhecimento dos processos biológicos e epidemiológicos que levam ao aparecimento das doenças.

• Efetividade das intervenções.

O conhecimento acumulado no Brasil ao longo dos anos com relação às doenças crônicas ainda é muito pequeno. Boa parte de todas estas patologias, como infarto do miocárdio, diabetes, cânceres e hipertensão estão intimamente envolvidas com uma gama de relações destas doenças com seus vários fatores de risco a elas associadas. Para melhor esclarecer, pode ser usado o exemplo da hipertensão arterial, que se associa às diabetes tipo 2, relacionada à redução do HDL colesterol e ao aumento de triglicerídeos.

Todo tratamento clínico precisa estar voltado para estas combinações e sempre ocorrer por meio de um programa de prevenção. O mais indicado para todos estes casos é o uso de uma abordagem coletiva para todas as doenças crônicas não transmissíveis.

A principal recomendação nutricional é uma alimentação mais saudável, com dietas que estejam ao alcance de toda a sociedade, apresentando um grande impacto sobre os principais fatores de risco referentes à maioria das patologias e deve sempre ser acompanhada por profissionais da saúde devidamente habilitados.

Nos países desenvolvidos, já existem guias alimentares relacionados tanto com a manutenção da saúde, como com a redução do risco da maioria das doenças crônicas. Nessas partes do mundo, a queda dessas enfermidades foi muito significativa em função das inúmeras ações de prevenção primária e secundária implantadas. Por exemplo, nos Estados Unidos houve uma redução da mortalidade por doença coronariana de mais de 50% nos últimos 30 anos.

Todas as dietas saudáveis devem contemplar como prioridade a prevenção do ganho de peso, como também a prática de atividade física regular, por serem importantes fatores para a promoção da saúde. Nestas recomendações

para a população brasileira, é preciso considerar as intervenções relacionadas com a prevenção da obesidade, das doenças cardiovasculares, do câncer, das diabetes tipo 2 e da osteoporose. Quanto aos nutrientes, a proposta é que seja feito um resgate dos hábitos alimentares saudáveis próprios da comida brasileira, como também a identificação? dos alimentos, ou grupo de alimentos, em que o consumo deve ser estimulado, mais do que simplesmente realizar proibições de certos mantimentos.

O feijão pode ser utilizado como um exemplo que deve ser resgatado devido ao seu alto conteúdo em fibras, em ácido fólico e em ferro.

Nos casos dos adolescentes, existe um grande aumento da necessidade proteica, calórica, como os principais nutrientes, durante a maior fase de crescimento chamado de estirão puberal, pois é exatamente nessa etapa da vida que deve iniciar a prevenção das elementares situações nutricionais, como anorexia, bulimia, anemia, obesidade e aterosclerose.

Sem medo de errar

Retomando a situação-problema desta seção, Maria Vitória e suas colegas foram convidadas para preparar uma palestra para as professoras da ONG Viva com Saúde.

Antes de começar a resolver este caso, convidamos você a ler o artigo a seguir, pois ele será essencial para a elaboração dos principais pontos que devem ser abordados nesta palestra.

Atenção

STORCKI, C. R. et al. Folhas, talos, cascas e sementes de vegetais: composição nutricional, aproveitamento na alimentação e análise sensorial de preparações. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 3, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cr/v43n3/a8413cr6971.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2016.

Os alunos podem apontar vários pontos importantes para iniciar a discussão, como:

• Grande desperdício de alimentos no Brasil que chega a mais de 26 milhões de toneladas/ano, valor que seria equivalente para alimentar 35 milhões de pessoas.

• De cada 100 caixas de produtos agrícolas colhidos, apenas 61 chegam à mesa do consumidor.

• Em torno de 60% do lixo urbano produzido é de origem alimentar.

E como resolver tudo isso?

Parece até inacreditável, mas a solução para este problema é relativamente simples. Para resolver este grande desperdício e alimentar praticamente toda a população brasileira, devem ser utilizadas todas as partes do alimento, o que com certeza contribuiria para o ganho nutricional, preparações e receitas que contenham folhas, talos e sementes de frutas e hortaliças.

Ao consumir o alimento de forma integral, haverá importante incremento à culinária diária, por meio de novas receitas em forma de geleias, tortas, sucos, doces, trazendo para a alimentação mais fibras, vitaminas e sais minerais.

Avançando na prática

Osteoporose e falta de atividade física

Descrição da situação-problema

Maria é uma senhora de 70 anos que está fazendo um tratamento há seis meses para combater a osteoporose. Ela é sedentária há muitos anos e como tem artrite e reumatoide, faz uso de medicamentos anti-inflamatórios há muito tempo.

Com base nessas informações, qual é o sal mineral que Maria apresenta deficiência, em que lugar ele pode ser encontrado e o que pode acontecer nos casos em que este mineral encontra-se em excesso?

Resolução da situação-problema

O principal mineral que está presente em grande concentração nos ossos é o cálcio, presente em vários alimentos de origem animal e vegetal. O excesso do cálcio pode ocasionar, principalmente, problemas renais.

Faça valer a pena

1. Os carboidratos são as biomoléculas presentes em maiores quantidades na natureza, compostos por uma molécula de carbono (C), duas de hidrogênio (H) para uma de oxigênio (O). São representados por (CH2O)n, formando um carbonato hidratado, recebendo então o nome de carboidratos, ou de açúcares.

Assinale a alternativa correta que apresenta qual é a principal função dos carboidratos:

a) Ser insolúvel em água.
b) Fornecer as fibras para todos os organismos.
c) Atuar na constituição das membranas celulares.
d) Fornecer energia para todos os organismos.
e) Sintetizar os aminoácidos.

2. As vitaminas e os sais minerais são fundamentais para a manutenção e o desenvolvimento de todas as células do corpo humano. São encontradas nos alimentos em pequenas quantidades, como também utilizadas em pequenas doses pelo corpo humano.

Assinale a alternativa correta que apresenta como as vitaminas podem ser classificadas:
a) Solúveis em gordura e lipossolúveis.
b) Hidrossolúveis e lipossolúveis.
c) Solúveis em proteínas e carboidratos.
d) Solúveis em água e gordura.
e) Solúveis em água e hidrossolúveis.

3. No Brasil, deve ser realizado um resgate dos hábitos alimentares saudáveis próprios da comida brasileira, como também a identificação dos alimentos, ou grupo estes, em que o consumo deve ser estimulado, mais do que simplesmente realizar proibições de certos tipos de mantimentos.

Assinale a alternativa correta que apresenta qual é a principal recomendação nutricional:

a) Dietas que estejam ao alcance de toda a sociedade, apresentando um grande impacto sobre os principais fatores de risco relacionados à maioria das doenças.

b) Dietas voltadas para o aumento dos fatores de risco.

c) Dietas baseadas em uma severa restrição alimentar durante os primeiros trinta dias.

d) Dietas específicas à base de gorduras.

e) Dietas específicas para cada classe social, para potencializar todos os fatores de risco.

Seção 1.3

Vias metabólicas envolvidas na produção de energia

Diálogo aberto

Antes de apresentar a nossa situação-problema desta seção, gostaríamos de lembrá-lo que Maria Vitória é uma estudante do último ano do curso de Educação Física e está como monitora da disciplina de Fisiologia do exercício aplicada à infância e à adolescência, acompanhando, então, todas as aulas do professor Paulo.

Maria Vitória foi convidada por um amigo para acompanhar um grupo de crianças e adolescentes de um bairro na periferia, que busca iniciar um programa de atividades físicas regulares, pois estão com sobrepeso.

Com base nessas informações, quais são as vias metabólicas utilizadas predominantemente nessas atividades e por quê?

Não pode faltar

Conceitos sobre metabolismo

Vamos iniciar agora um assunto muito importante para você, futuro educador físico: as vias metabólicas ou vias bioenergéticas. Antes de abordamos este tema, gostaríamos de falar sobre um item fundamental, a energia, base para o estudo de todas as vias.

Figura 1.11 | Exercício físico

Fonte: <http://www.istockphoto.com/br/fotos/76173249?sort=best&excludenudity=true&mediatype=photography&phrase=76173249>. Acesso em: 27 out. 2016.

Você sabia que a energia não é criada nem destruída? Ela é transformada de uma forma de energia para outra, de acordo com a 1ª Lei da Termodinâmica.

Existem seis tipos de energia: química, mecânica, térmica, luminosa, elétrica e nuclear.

Na bioenergética, estudaremos dois tipos de energia: a química e a mecânica. É importante destacar que nem toda a energia química contida na quebra dos nutrientes alimentares armazenados nas células (carboidratos, lipídios e proteínas) é perdida imediatamente na forma de calor, muito pelo contrário, uma grande parte é conservada, como energia química e, em seguida, é transformada em energia mecânica para ser utilizada durante a contração muscular.

Existem apenas duas possibilidades quanto aos processos envolvendo energia: ter reações em que ocorre a liberação de energia, chamadas de processo exergônico, ou seja, processos resultantes do declínio da energia livre ou, então, "processos descendentes"; a outra possibilidade são reações em que há o armazenamento ou a absorção de energia, denominados processos endergônicos, considerados como processos "ascendentes", uma vez que ocorre o aumento da energia livre.

Na situação de repouso, a quantidade de energia necessária para os músculos é muito pequena, por isso são utilizados principalmente como fonte de energia os carboidratos e as gorduras. Já nos exercícios de leves a severos, a maior quantidade de energia utilizada é proveniente dos carboidratos, enquanto que na atividade máxima, a utilização de energia é quase que exclusivamente dos carboidratos. Portanto, durante o exercício físico, a necessidade de energia será cada vez maior em função da intensidade e da duração dessa atividade, podendo, em algumas situações, chegar até mais de 200 vezes do que as condições em repouso.

Para que ocorra a contração muscular, é necessária uma fonte de energia, a adenosina trifosfato (ATP), considerada como a principal. As ligações que unem os radicais fosfato à célula são chamadas de ligações fosfato de alta energia. Cada uma destas ligações armazena cerca de 11.000 calorias de energia por mol de ATP, o que significa que quando um radical fosfato é removido da molécula, são liberadas 11.000 calorias de energia, que serão utilizadas para energizar o processo contrátil muscular.

A remoção do primeiro fosfato transformará o ATP em adenosina difosfato (ADP) e a remoção do segundo fosfato transformará o ADP em adenosina monofosfato (AMP).

Como as células musculares não conseguem armazenar uma quantidade muito grande de energia, durante o exercício físico é necessário então um suprimento constante de ATP, cuja finalidade é o fornecimento de energia necessária para a contração muscular.

Existem três diferentes vias, responsáveis pela produção e pela reconstituição de um suprimento constante de ATP nas fibras musculares:

- Via anaeróbica alática.

- Via anaeróbica lática.
- Via aeróbica.

Agora que abordamos as três vias bioenergéticas existentes, falaremos especificamente do treinamento em crianças e adolescentes e as respostas fisiológicas dessas faixas etárias. Este ainda é um tema muito controverso, em virtude de um número pequeno de pesquisas, mas, mesmo assim, as respostas demonstram que existe um aumento da potência aeróbica máxima após um período de treinamento com corrida ou natação, semelhante aos resultados encontrados com os adultos.

Existem dados que comprovam que as crianças conseguem participar até mesmo de maratonas cujo tempo de duração seja menor do que quatro horas, quando os protocolos de treinamento utilizam técnicas adequadas de preparo físico.

O envolvimento das crianças e dos adolescentes nas competições tem aumentado a cada ano, provocando nestes praticantes um aumento considerável da sua condição física, como também socialização, divertimento e alegria, claro que sempre tomando cuidado com relação à adequação da prova à faixa etária do participante.

Deve-se ter muita prudência, pois várias pesquisas indicam que os adolescentes submetidos a um treinamento muito exigente antes dos 15 anos acabam não conseguindo atingir uma carreira esportiva muito longa.

Agora, apresentaremos a você algumas dicas que podem ser dadas para os pais de crianças e adolescentes que, por exemplo, estão praticando a corrida:

- As crianças e adolescentes não devem participar de provas acima de 5 km.
- Os treinos de corrida não devem ultrapassar 20 min.
- A capacidade de corrida da criança deve ser igual à quantidade de minuto, ou seja, corrida = idade. Por exemplo, uma criança de 11 anos deve correr 11 minutos.
- A criança ou o adolescente não deve participar de mais de uma competição por mês.
- É recomendado que até os 15 ou 16 anos, o atleta pratique outras modalidades esportivas além da corrida, para que não ocorra uma especialização precoce.
- Os protocolos de treinamento para as crianças e para os adolescentes devem ser específicos para a idade; não é possível utilizar os mesmos protocolos dos adultos, uma vez que é necessário respeitar as fases de crescimento e desenvolvimento da criança e do adolescente.

Reflita

Antes de começar a estudar sobre as vias bioenergéticas, gostaríamos de chamar a sua atenção quanto a alguns pontos que você precisa refletir ao estudar cada uma das três vias, como:

- Existem vias que atuam na ausência de oxigênio, enquanto outras atuam na presença.
- Cada via estará presente, ou não, de acordo com a duração e a intensidade do exercício físico.
- Existem vias mais simples enquanto outras são mais complexas, exigindo, então, uma série de reações químicas.

Via anaeróbica alática

Figura 1.12 | Via anaeróbica alática

Fonte: <http://www.istockphoto.com/photo/competitive-swimming-gm141107268-19413898?st=_p_19413898>. Acesso em: 27 out. 2016.

Esta via também pode ser conhecida como sistema ATP-CP, fósforo creatina ou ainda fosfagênio. É uma via na qual as reações ocorrem fora da mitocôndria, portanto não utilizarão o oxigênio. Por isso, esta é chamada de via anaeróbica, sendo considerada a mais simples e mais rápida.

A fósforo creatina (PC) como o ATP estão armazenados nas células musculares, tanto o ATP quanto a PC têm grupos fosfatos chamados de fosfagênios. A fósforo creatina pode ser quebrada em creatina e fosfato, fornecendo uma grande quantidade de energia, em um espaço muito curto de tempo. A maioria das células musculares tem de duas a três vezes mais fósforo creatina do que ATP.

Esta via consegue proporcionar uma potência muscular máxima por um período em média de 10 a 15 segundos. A energia desta via é utilizada para atividades que envolvem explosões curtas e máximas de potência muscular, como: corrida de 50 metros, salto em altura, levantamento de peso, entre outras.

Você sabe por que esta via consegue fornecer o ATP de forma tão rápida?

As respostas para esta pergunta estão relacionadas com os seguintes pontos:

- Esta via não depende de uma longa série de reações químicas. Não precisa

do transporte de oxigênio que respiramos para os músculos exercitados.

• Tanto o ATP como a PC estão armazenados diretamente nos músculos. Além disso, esta via não requer oxigênio, não produz ácido lático como produto final e após a hidrólise da fosfocreatina pode ser novamente ressintetizada.

Exemplificando

Você sabia que muitos atletas utilizam a ingestão de creatina como forma de suplementação para os exercícios físicos?

Esta suplementação deve ser em média de duas a três gramas por dia e seu consumo em excesso pode causar alguns efeitos colaterais, como retenção de líquidos. Uma outra possibilidade é a creatina causar um efeito citotóxico que prejudicará o crescimento das células.

Via anaeróbica lática

Esta via também pode ser chamada de glicólise ou sistema do ácido lático, suas reações também são processadas fora da mitocôndria, portanto, não utilizarão o oxigênio.

Nesta via, o ATP é ressintetizado dentro do músculo, envolvendo a desintegração incompleta do carboidrato em ácido lático. No corpo, todos os carboidratos são transformados no açúcar (glicose), que pode ser utilizado imediatamente nessa forma ou armazenado no fígado e nos músculos como glicogênio para a utilização subsequente.

Figura 1.13 | Via anaeróbica lática

Fonte: <http://www.istockphoto.com/br/foto/menino-dribles-de-basquete-gm493082880-76718467?st=_p_76718467>. Acesso em: 24 nov. 2016.

Estes fosfatos de alta energia devem ser ressintetizados continuamente em um ritmo rápido, para que o exercício físico extenuante possa continuar além de um curto período de tempo. Em uma atividade tão intensa, a energia para quebrar o ATP provém, principalmente, da glicose e do glicogênio.

Quando uma molécula de glicose penetra em uma célula, a fim de ser utilizada

para a produção de energia, sofre uma série de reações químicas chamadas de glicólise, e quando essa série de reações começa com o glicogênio acumulado, é chamada de glicogenólise.

A quebra ou hidrólise da glicose até a produção de ATP ocorre por várias reações, no total dez etapas, cujo produto final é a formação do ácido lático e a produção de 4 ATPs, gastando 2 ATPs para a fosforilação inicial da molécula de glicose, apresentando, portanto, um saldo final de 2 ATPs.

Até a formação do ácido pirúvico ou piruvato, existe uma via comum tanto para a via anaeróbica lática quanto para a via aeróbica, porém a partir deste ponto existirá diferença entre as duas vias.

Durante todo este processo, cada molécula de glicose é quebrada em duas moléculas de piruvato, com liberação de energia para a formação das moléculas de ATP. Em geral, o ácido pirúvico penetra nas mitocôndrias das células musculares e reage com o oxigênio para formar ainda mais moléculas de ATP. Contudo, se houver oxigênio insuficiente (via anaeróbica) para que ocorra esse segundo estágio (via aeróbica) do metabolismo da glicose, a maior parte do piruvatoserá, então, transformada em ácido lático.

Esta via pode proporcionar energia durante 30 a 40 segundos de atividade muscular máxima, além dos 10 a 15 segundos proporcionados pela via anaeróbica alática. A via anaeróbica lática está envolvida , por exemplo, na corrida e na natação de 800 metros, entre outras atividades.

Uma boa parte do ácido lático acumulado durante o exercício pode ser novamente reconvertido em glicogênio no fígado, proporcionando, então, uma quantidade adicional de energia. Este processo é chamado de ciclo de Cori, portanto o fígado além de armazenar energia é capaz de produzi-la a partir do ácido lático acumulado durante o exercício físico.

Figura 1.14 | Via aeróbica

Fonte: <http://www.istockphoto.com/br/fotos/66259071?excludenudity=true&mediatype=photography&page=1&phrase=66259071&sort=best>. Acesso em: 27 out. 2016.

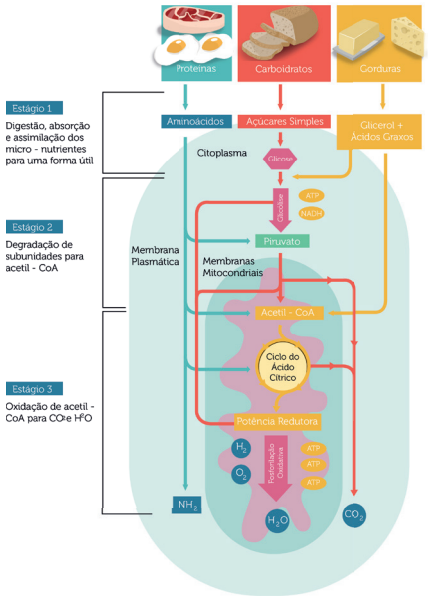
Via aeróbica

Esta via também pode ser chamada de oxidativa ou fosforilação oxidativa, e seu próprio nome já subentende que ela ocorre na presença do oxigênio. Toda a produção aeróbica de ATP acontece sempre no interior da mitocôndria. A via aeróbica é considerada a mais complexa das três que envolve a interação de duas

vias metabólicas: ciclo de Krebs e a cadeia transportadora de elétrons.

Esta via proporciona energia em atividades que podem durar até duas horas, como: caminhadas, corridas moderadas, exercícios na esteira ou na bicicleta ergométricas. A produção aeróbica de ATP é um processo de três estágios, sendo que o estágio 1 é a geração de uma molécula chave de 2 carbonos ➔ Acetil-CoA, o estágio 2 é a oxidação do Acetil-CoA no ciclo de Krebs, e estágio 3 é o processo de fosforilação oxidativa (formação do ATP) na cadeia transportadora de elétrons (cadeia respiratória).

Figura 1.15 | Ciclo de Krebs



Fonte: adaptada de Mcardle, Katch e Katch (2003, p. 142).

Ciclo de Krebs

O ciclo de Krebs também pode ser chamado de ciclo do ácido cítrico. A entrada no ciclo de Krebs requer a preparação de duas moléculas de carbono, chamadas de Acetil-CoA ou coenzima A. O Acetil-CoA pode ser formado a partir da quebra de carboidratos, lipídios ou proteínas. A Figura 1.14 apresenta as reações envolvidas nesse processo. O piruvato (molécula de três carbonos) é quebrado para formar o Acetil-CoA (molécula de dois carbonos).

Para cada molécula de glicose que a iniciou, duas moléculas de piruvato são formadas e, na presença de oxigênio, elas são convertidas em duas moléculas de Acetil-CoA. Isso significa que cada molécula de glicose resulta em duas voltas no ciclo de Krebs.

Em cada volta do ciclo de Krebs, três moléculas de NADH e uma de FADH são formadas. Para cada par de elétrons passados através da cadeia transportadora de elétrons do NADH para o oxigênio, uma grande quantidade de energia é disponível para formar três moléculas de ATP, para cada molécula de FADH formada, uma grande quantidade de energia é disponível para produzir duas moléculas de ATP. Por essa razão, em termos de produção de ATP, FADH não é tão rico em produção de energia como NADH.

A produção de NADH e FADH resulta no do ciclo de Krebs em formação direta de um outro composto de alta energia, o trifosfato de guanosina (GTP). O GTP é

um composto de alta energia que pode transferir seu grupo fosfato terminal para o ADP e formar ATP. A formação direta de GTP no ciclo de Krebs é responsável por uma pequena quantidade do total da energia convertida no ciclo de Krebs, visto que nele a energia produzida (isto é NADH e FADH) é obtida por meio da cadeia transportadora de elétrons para formar o ATP.

Para que os lipídios possam formar Acetil-CoA, os triglicerídeos devem ser quebrados em ácidos graxos e glicerol. Esses ácidos graxos são submetidos a uma série de reações para formar, então, o Acetil-CoA e este processo é chamado de beta oxidação. As proteínas não são consideradas uma grande fonte de combustível durante o exercício físico, visto que contribuem com menos de 2 a 15% de combustível utilizado durante o exercício.

As proteínas podem entrar nas vias bioenergéticas em uma variedade de locais. Contudo, o primeiro estágio é a quebra da proteína em subunidades de aminoácidos. O que acontece posteriormente depende de qual aminoácido está envolvido neste meio.

A principal função do ciclo de Krebs é completar a oxidação, ou seja, a remoção de hidrogênio dos carboidratos, lipídios ou proteínas, usando o dinucleotídeo de nicotinamida e adenina (NAD) e dinucleótido de flavina e adenina (FAD) para carrear hidrogênio (energia). Tanto o NAD quanto o FAD atuam como transportadores de elétrons.

Cadeia transportadora de elétrons

A produção aeróbica de ATP (chamado de fosforilação oxidativa) ocorre na mitocôndria. A via responsável por esse processo é chamada de cadeia transportadora de elétrons (também denominada cadeia respiratória ou cadeia citocromo). A produção aeróbica de ATP é possível devido a um mecanismo que usa energia potencial disponível dos carreadores de hidrogênio diminuídos, como NADH e FADH, para refosforilar o ADP para ATP.

O carreador de hidrogênio reduzido não é diretamente reagido com o oxigênio. Em seu lugar, elétrons removidos a partir de átomos de hidrogênio são passados a uma série de carreadores de elétrons conhecidos como citocromos.

Durante este processo, dos canais de citocromo uma grande quantidade de energia é removida para fosforilar ADP para formar ATP, o total de ATPs produzidos é de 38 ATPs para cada molécula de glicose.

Pesquise mais

Aproveitamos este momento para convidar você para fazer a leitura do artigo *Influência do treinamento aeróbio e anaeróbio na massa de gordura corporal de adolescentes obesos*, pois ele será muito importante para você entender os resultados de um treinamento aplicado especificamente para adolescentes. FERNANDEZ, A. C. et al. Influência do treinamento aeróbio e anaeróbio na massa de gordura corporal de adolescentes obesos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 10, n. 3, mai./jun. 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbme/v10n3/21143.pdf>. Acesso em: 4 set. 2016).

Assimile

Agora, gostaríamos de pedir sua atenção e refletir com você sobre as três vias bioenergéticas estudadas (via anaeróbica alática, anaeróbica lática e aeróbica): ficou claro o funcionamento de cada uma destas e as principais diferenças e semelhanças entre elas? Caso não haja dúvidas, podemos prosseguir normalmente, mas se houver questionamentos, aconselhamos você a voltar e a estudar novamente os conteúdos.

Sem medo de errar

Retomando a situação-problema desta seção, Maria Vitória foi convidada por um amigo para acompanhar um grupo de crianças e adolescentes de um bairro na periferia. Eles têm sobrepeso e estão pretendem iniciar um programa de atividades físicas regulares, com duração média para cada sessão de uma hora, praticando atividades de moderada intensidade.

Antes de começar a resolver o caso desta seção, convidamos você para ler o artigo a seguir, pois ele será essencial para elaborar os principais pontos que devem ser considerados na resolução desta problemática.

Atenção

ALVES, J. G. B. et al. Efeito do exercício físico sobre peso corporal em crianças com excesso de peso: ensaio clínico comunitário randomizado em uma favela no Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 24, jan., 2008. Disponível em: <http://www.scielosp.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2008001400020>. Acesso em: 4 set. 2016.

Com base nessas informações, qual é a via metabólica que está envolvida, principalmente na atividade que as crianças estão realizando, e quais são os resultados?

Como esta prática está sendo desenvolvida com duração de aproximadamente uma hora e por causa do fato de que os exercícios físicos são de moderada intensidade, a via que está principalmente envolvida é a aeróbica.

Realmente, a prática de exercício físico regular aeróbico em um período superior de seis meses resultará em uma redução significativa do índice de massa corporal (IMC). Além deste importante efeito, é observado também uma restauração da disfunção endotelial, contribuindo para uma melhor aptidão física.

Avançando na prática

Vias bioenergéticas em crianças e adolescentes

Descrição da situação-problema

Manoel é um aluno de educação física que está aprofundando os seus estudos de iniciação científica com ênfase na fisiologia do exercício, com foco no treinamento físico regular para crianças e adolescentes.

Com base nessas informações, o que sempre deve ser levado em conta em um programa de treinamento físico para crianças e adolescentes, que buscam um treinamento para maratona comparado a um programa de treinamento de adultos?

Resolução da situação-problema

Um programa de treinamento físico para crianças e adolescentes deve sempre ser diferente do realizado com os adultos, como: a intensidade e a duração das atividades para as crianças e adolescentes devem sempre ser inferior do ao praticadas pelos adultos.

Além disso, há alguns cuidados que devem ser tomados, como:

• As crianças e adolescentes não devem participar de provas acima de 5 km.

• Os treinos de corrida não devem ultrapassar 20 min.

• A capacidade de corrida da criança deve ser igual à quantidade de minuto, ou seja, corrida = idade. Por exemplo, uma criança de 11 anos deve correr 11 minutos.

• A criança ou o adolescente não deve participar de mais de uma competição por mês.

• É recomendado que até os 15 ou 16 anos, o atleta pratique outras modalidades esportivas além da corrida, para que não ocorra uma especialização precoce.

• Os protocolos de treinamento para as crianças e para os adolescentes devem ser específicos para a idade; não é possível utilizar os mesmos protocolos dos adultos, uma vez que é necessário respeitar as fases de crescimento e desenvolvimento da criança e do adolescente.

Faça valer a pena

1. A quantidade de energia em repouso necessária para os músculos é muito pequena. Já nos exercícios leves a severos, uma maior quantidade de energia é utilizada e esta necessidade está relacionada com a intensidade e a duração da atividade, podendo, em algumas situações, chegar até mais de 200 vezes.

A 1ª Lei da Termodinâmica está relacionada com a energia. Assinale a alternativa correta que aborda qual é seu significado:

a) Esta lei está relacionada ao exercício físico que envolve a via anaeróbica alática.

b) Toda energia é sempre criada e nunca será transformada em outro tipo de energia.

c) A energia não é criada nem destruída, mas, sim, transformada de uma forma para outra.

d) Nem toda energia é utilizada imediatamente, pois parte dela nunca será necessária durante o exercício físico.

e) Esta é a lei que determina qual é a via envolvida? em cada tipo de exercício físico.

2. A via anaeróbica alática também pode ser chamada de glicólise ou sistema

do ácido lático. Estas reações também são processadas fora da mitocôndria, não utilizando o oxigênio e é considerada a via mais simples e mais rápida que existe.

Assinale a alternativa correta que apresenta qual é o período médio de duração em segundos de utilização da via anaeróbica alática:

a) 2 a 7 segundos.
b) 15 a 25 segundos.
c) 9 a 18 segundos.
d) 1 a 5 segundos.
e) 10 a 15 segundos.

3. O ciclo de Krebs foi descrito em 1937 pelo biólogo, médico e químico alemão Hans Adolf Krebs, destacando que a cadeia transportadora de elétrons está envolvida com a via aeróbica , considerada a mais complexa das três vias bioenergéticas.

Assinale a alternativa correta que apresenta qual é a principal função do ciclo de Krebs.

a) Completar a oxidação, a remoção de hidrogênio dos carboidratos, dos lipídios ou das proteínas.

b) Atuar em ambos os processos de oxidação e oxigenação.

c) Produzir trifosfato de adenosina tanto para as vias anaeróbicas quanto aeróbicas.

d) Finalizar a oxigenação do ganho de hidrogênio proveniente dos carboidratos, dos lipídios ou das proteínas.

e) Produzir o máximo de trifosfato de adenosina possível através da via anaeróbica.

Referências

ALVES, J. G. B. et al. Efeito do exercício físico sobre peso corporal em crianças com excesso de peso: ensaio clínico comunitário randomizado em uma favela no Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 24, jan., 2008. Disponível em: <http://www.scielosp.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2008001400020>. Acesso em: 4 set. 2016.

DAVIES, A.; BLAKELEY, A. G. H.; KIDD, C. **Fisiologia humana**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

FERNANDEZ, A. C. et al. Influência do treinamento aeróbio e anaeróbio na massa de gordura corporal de adolescentes obesos. **Revista Brasileira Medicina. Esporte**, v. 10, n. 3, mai./jun., 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbme/v10n3/21143.pdf>. Acesso em: 4 set. 2016.

GHORAYEB, N.; DIOGUARDI, G. S. **Tratado de cardiologia do exercício e do esporte**. São Paulo: Atheneu, 2007.

KAPIT, W.; MACEY, R. I.; MEISAMI, E. **Fisiologia um livro para colorir**. 2. ed. São Paulo: Roca, 2004.

MACARDLE, W. D; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do exercício**: energia, nutrição e desempenho humano. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.

PARAVIDINO, A. B.; PORTELLA, E. S.; SOARES, E. A. Metabolismo energético em atletas de endurance é diferente entre os sexos. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 20, n. 3, maio/jun. 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-52732007000300010>. Acesso em: 16 ago. 2016.

PELISSONI, A. M. S. **Objetivos educacionais e avaliação da aprendizagem**. Anuário da Produção Acadêmica Docente, Valinhos, 2010. p. 135. Disponível em: <http://www.sare.anhanguera.com/index.php/anudo/article/view/1585>. Acesso em: 2 jun. 2016.

PEREIRA, L. V. A importância do uso das células-tronco para a saúde pública. **Revista Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 1, Rio de Janeiro, jan./fev., 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232008000100002>. Acesso em: 4 ago. 2016.

PIYHON-CURI, T. C. **Fisiologia do exercício**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara

Koogan, 2013.

POWERS, S. K.; HOWLEY, E. T. **Fisiologia do exercício**: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho. 8. ed. São Paulo: Manole, 2014.

PRADO, B. B. F. do P. Influência dos hábitos de vida no desenvolvimento do câncer. **Revista Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 66, n. 1., 2004. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S0009-67252014000100011&script=sci_arttext>. Acesso em: 31 jul. 2016.

ROBERTS, A. **O livro completo do corpo humano**: guia visual definitivo. São Paulo: Pearson, 2011.

SHERWOOD, L. **Fisiologia humana das células aos sistemas**. Rio de Janeiro: Cengage Learning, 2011.

STORCKI, C. R. et al. Folhas, talos, cascas e sementes de vegetais: composição nutricional, aproveitamento na alimentação e análise sensorial de preparações. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 3, mar., 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cr/v43n3/a8413cr6971.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2016.

WILMORE, J. H.; COSTILL, D. L. **Fisiologia do esporte e do exercício**. 5. ed. São Paulo: Manole, 2013.

Sistema neuromuscular e exercício físico na infância e na adolescência

Convite ao estudo

O assunto trabalhado nesta segunda unidade está relacionado com o sistema neuromuscular e o exercício físico na infância e na adolescência. Todo este conteúdo dará condições para você, aluno, compreender, com as outras unidades, todos os processos fisiológicos relativos à criança e ao adolescente durante a realização de um exercício físico, como também os efeitos agudos e crônicos da prática de exercícios físicos para todos os sistemas do corpo humano.

A competência geral da disciplina *Fisiologia do exercício aplicada à infância e à adolescência* é conhecer os aspectos relacionados ao metabolismo, ao sistema neuromuscular, cardiovascular, respiratório e hormonal do exercício físico na infância e na adolescência.

O objetivo desta unidade é despertar em você, futuro profissional da Educação Física, o interesse, a capacidade de interpretação e o entendimento de todos os processos relacionados com a utilização do sistema neuromuscular nas crianças e nos adolescentes durante o exercício físico.

Maria Vitória é uma estudante do último ano do curso de Educação Física. No semestre anterior, ela assumiu a monitoria na disciplina de Fisiologia do exercício aplicada à infância e à adolescência e, então, está acompanhando todas as aulas com o professor Paulo.

No início deste mês, ela foi convidada por um familiar do seu namorado para fazer um trabalho no centro de treinamento infantil Vida livre, no

qual funciona uma ONG voltada para o treinamento físico em crianças e adolescentes de uma comunidade carente, cuja proposta é despertar o interesse pela atividade física.

Em cada seção, ela passará por uma situação-problema diferente que a obrigará a utilizar todos os conhecimentos já adquiridos no decorrer do curso e, em específico, na referida disciplina, dando subsídios para que você tenha condições de resolver todas estas situações do dia a dia, relacionadas com a sua futura profissão.

Na Seção 2.1 desta unidade, serão estudadas as estruturas do músculo esquelético e a organização geral do sistema nervoso, a partir do conhecimento das macroestruturas do sistema muscular, a contração muscular, por meio da teoria dos filamentos deslizantes, as funções gerais do sistema nervoso, a partir da organização, da estrutura e da atividade elétrica e, por último, a informação sensorial e os reflexos.

Na Seção 2.2, serão trabalhadas as principais estruturas e funções dos sistemas somático e autônomo e os eventos associados a um potencial de ação, a partir do estudo do sistema nervoso autônomo, dos métodos de avaliação da atividade autonômica cardiovascular e dos ajustes cardiovasculares e respiratórios durante o exercício, sistema nervoso periférico e integração sensório motora.

Na Seção 2.3, será apresentada a prescrição de exercício físico a partir do estudo dos fatores básicos, os tipos e a frequência de exercícios, duração e intensidade dos exercícios e as atividades recreacionais.

Seção 2.1

Estrutura do músculo esquelético e a organização geral do sistema nervoso

Diálogo aberto

Antes de começar a apresentar a situação-problema desta seção, lembramos você de que Maria Vitória foi convidada para desenvolver um trabalho com crianças e adolescentes no centro de treinamento infantil Vida livre, tendo como proposta despertar o interesse nas crianças e nos adolescentes pela atividade física.

Na equipe de voluntários que trabalha neste centro, existe uma pessoa chamada Marcela que, quando jovem, foi uma atleta de ginástica rítmica durante alguns anos. Atualmente, a sua proposta neste local é criar um grupo de crianças e adolescentes que tenham interesse em desenvolver-se neste esporte.

Nesta semana, Marcela, conversando com Maria Vitória, pediu para que ela pensasse em alguns pontos importantes sobre a propriocepção que poderia ser abordada com estas crianças e estes adolescentes como forma de tomarem cuidados no momento da realização dos exercícios físicos para que consigam evitar lesões durante a prática deste esporte.

Com base em todas estas informações, o que deve então ser conversado com esse grupo para que haja consciência dos cuidados necessários durante a prática da ginástica rítmica?

Não pode faltar

Macroestruturas do sistema muscular

O corpo humano é formado por 600 músculos esqueléticos que compreendem em torno de 40 a 50% de todo o peso corporal total.

Existem três principais funções do músculo esquelético:

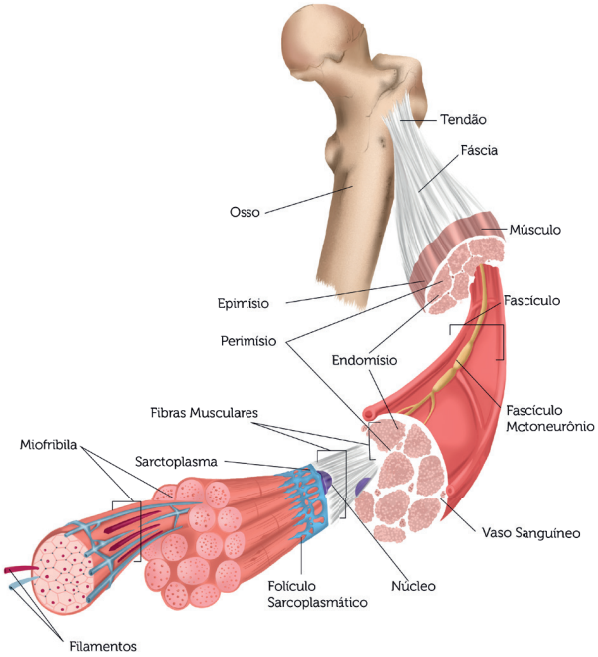
- Geração de força para o movimento e para a respiração.
- Geração de força para manter a postura.
- Produção de calor durante os períodos de estresse e de frio.

Os músculos esqueléticos estão ligados aos ossos através dos tendões, uma das extremidades está fixada ao osso imóvel no qual é considerado como origem, enquanto que a outra extremidade está fixada ao osso que é a inserção que se moverá durante a contração muscular.

Figura 2.1 | Sistema muscular

Fonte: <http://www.istockphoto.com/br/foto/homem-musculoso-sistema-anterior-vista-isolada-gm153816392-17128203>. Acesso em: 5 dez. 2016

Figura 2.2 | Macroestruturas do sistema muscular



Fonte: Powers e Howley (2014, p. 165).

As macroestruturas que compõem o sistema muscular são: músculo, fascículo, fibra muscular ou célula muscular, miofibrilas e, por último, os miofilamentos, a actina e a miosina.

O que faz com que a actina se deslize por meio dos filamentos de miosina é determinado por meio das forças mecânicas, químicas e eletrostáticas, geradas pelas interações das pontes cruzadas também chamadas de pontes transversas entre os filamentos de actina e o de miosina.

O músculo esquelético é constituído por três tecidos conectivos que também

podem ser observados na Figura 2.2, cujas funções são unir, ligar, nutrir, proteger e sustentar os demais. Existem três tipos de tecidos: 1. Epimísio - camada mais externa e envolve o músculo; 2. Perimísio - envolve o fascículo; 3. Endomísio - envolve a fibra muscular ou a célula muscular.

Nas situações de repouso, as forças de atração entre os filamentos de actina e miosina estão inibidas, mas quando um potencial de ação se propaga sobre a membrana da fibra muscular, determina a liberação de grandes quantidades de íons de cálcio para o sarcoplasma que circunda as miofibrilas. Na próxima seção, o foco será o potencial de ação.

Os íons de cálcio ativarão as forças de atração entre os filamentos e iniciarão a contração. Para que ocorra este processo, é necessário que exista energia, proveniente das ligações de alta energia do ATP, degradado a ADP para fornecer a energia necessária.

Contração muscular (teorias dos filamentos deslizantes)

Reflita

Chamaremos a sua atenção agora para abordar a história do pesquisador que propôs a teoria dos filamentos deslizantes, Andrew Huxley, um fisiologista e biólogo, nascido na Inglaterra e que contribui muito com a Ciência com suas pesquisas em fisiologia. Ele ganhou o Prêmio Nobel em 1963 com a pesquisa sobre a transmissão nervosa, além de ter proposto a teoria dos filamentos deslizantes, sendo que até os dias atuais muitos pesquisadores ainda confirmam os seus achados.

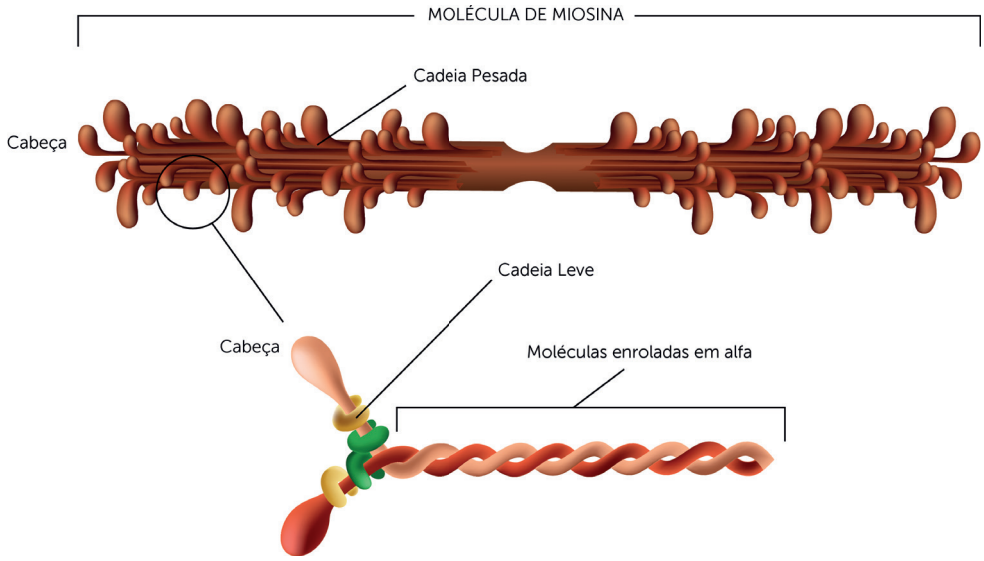
Você sabe quais são as moléculas envolvidas na contração muscular?

Pois então, abordaremos as estruturas envolvidas na contração muscular: miosina, actina, íons de cálcio e ATP.

Miosina

A Figura 2.3 apresenta a formação da molécula de miosina: seis cadeias polipeptídicas, sendo duas pesadas e quatro leves. As duas cadeias pesadas se enrolam uma em torno da outra, formando uma dupla hélice. Uma das extremidades de cada uma dessas cadeias pesadas é dobrada, formando então a cabeça, enquanto a outra parte forma a cauda ou o corpo.

Figura 2.3 | Molécula de miosina e filamento de miosina



Fonte: DEDMD (2017).

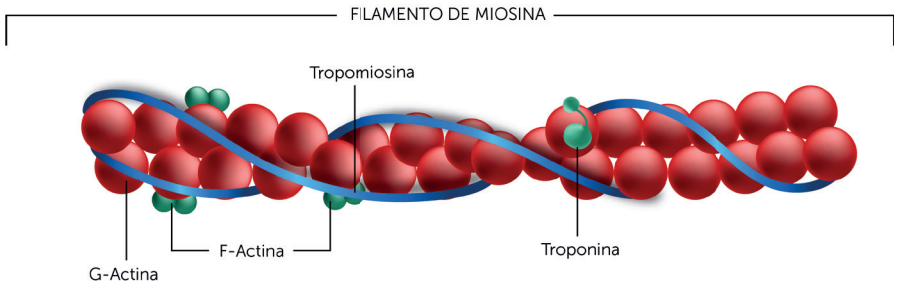
A Figura 2.3 apresenta várias moléculas de miosina unidas umas com as outas, formando então o filamento de miosina. Observe que as pontes cruzadas ou pontes transversas estão dispostas em várias direções exatamente para entrarem contato com vários sítios ativos da actina.

Actina

O filamento de actina é composto pela actina (actina F e actina G), pela troponina e pela tropomiosina.

A actina F é formada por duas moléculas enroladas em α hélice, enquanto a actina G está disposta em alguns pontos da actina F, local também conhecido como sítio ativo, ou seja, é onde a ponte cruzada ou a ponte transversa da miosina liga-se à actina. A troponina é subdividida em troponina I que tem afinidade com a actina; troponina C que se relaciona com o cálcio; troponina T que se correlaciona com a tropomiosina, cuja função é cobrir o sítio ativo no momento em que o músculo está em repouso. Quando este está em contração, o sítio ativo está então livre, permitindo que ocorra a contração muscular.

Figura 2.4 | Actina



Fonte: DEDMD (2017).

Íons de cálcio

A presença de Ca^+ é fundamental para que ocorra a contração muscular. Quando o músculo está em repouso, existe uma grande quantidade de Ca+ dentro das cisternas terminais. No momento em que o potencial de ação é propagado para esta região, este Ca+ é liberado e uma grande quantidade se ligará à troponina C e juntos exporão o sítio ativo, possibilitando então a ligação da ponte cruzada da miosina com a actina, a fim de promover, assim, a contração muscular.

ATP

O ATP é fundamental durante a contração muscular, pois é ele que fornecerá a energia necessária para o deslizamento da actina e da miosina.

Pesquise mais

Aproveitamos este momento para chamar a sua atenção e saber se você conseguiu realmente entender todo o mecanismo que envolve a contração muscular.

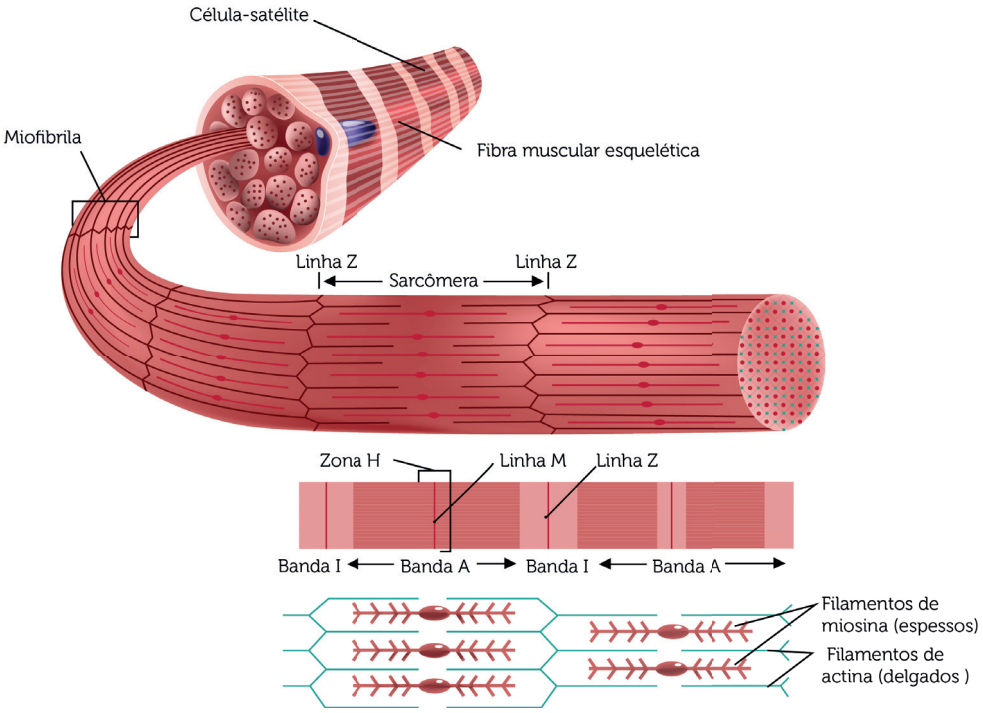
Sugerimos que assista, a partir dos 20 minutos, ao vídeo *Superinteressante coleções – O corpo humano – músculos e ossos*. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=M9ja2c08W44>. Acesso em: 16 set. 2016.

Ele ajudará você a entender melhor todo o mecanismo envolvido na contração muscular. Apesar de apresentar alguns termos já não mais utilizados, normalmente as imagens são muito interessantes e esclarecedoras.

Sarcômero

O sarcômero é considerado a unidade funcional dos músculos, estando separados uns dos outros pela linha Z. Os filamentos de miosina e as extremidades da actina estão localizados na região chamada de banda A ou banda escura, enquanto os filamentos de actina estão localizados na região chamada de banda I ou banda clara. No centro do sarcômero, existe uma região chamada de zona H, sendo que neste local não há a sobreposição dos filamentos.

Figura 2.5 | Sarcômero

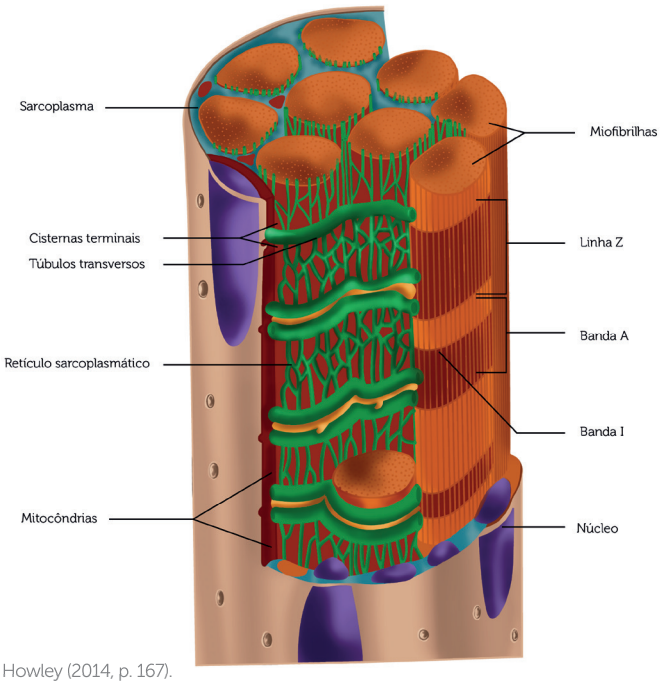


Fonte: Powers e Howley (2014, p. 166).

Sarcoplasma

O sarcoplasma é o citoplasma das células musculares. No seu interior existe uma grande quantidade de canais membranosos, chamados de retículo sarcoplasmático que envolve as miofibrilas, sendo formados pelas cisternas terminais e o túbulo transverso ou túbulo T. Existe uma estrutura denominada tríade do retículo, formada por duas cisternas terminais e um túbulo T. No interior das cisternas terminais existe uma grande quantidade de Ca^+ que tem um importante papel no momento que o músculo esquelético encontra-se em contração muscular.

Figura 2.6 | Sarcoplasma



Fonte: Powers e Howley (2014, p. 167).

Exemplificando

Imagine uma situação em que o músculo de uma criança ou de um adolescente entrou em fadiga muscular após a realização de um exercício máximo. Como estará a quantidade de cálcio disponível? O sítio ativo estará exposto ou não? E as troponina I e T?

A contração muscular ocorre através do deslizamento dos filamentos de actina e miosina. Durante a contração muscular, o sarcômero diminuirá de tamanho e quanto maior a força de contração, menor será o tamanho do sarcômero.

Funções gerais do sistema nervoso (organização, estrutura e atividade elétrica)

O sistema nervoso é dividido em sistema nervoso central e sistema nervoso periférico. O central é subdividido em encéfalo e medula espinal e o nervoso periférico é subdividido em sistema autônomo e sistema somático. Neste momento, não aprofundaremos o estudo do sistema nervoso, uma vez que você já estudou anteriormente na disciplina *Ciências morfofuncionais*. O foco aqui é estudar como o músculo pode ser estimulado através da transmissão dos impulsos nervosos.

Junção neuromuscular

A contração do músculo esquelético é resultado dos impulsos provenientes do neurônio motor ou motoneurônio. O local no qual o motoneurônio estimula a célula muscular é chamado de junção neuromuscular; o conjunto composto pelo motoneurônio e todas as fibras nervosas inervadas por ele é chamada de unidade motora. O tamanho e o número de uma unidade motora estimulada são importantes fatores para a determinação da força de contração, como também para a precisão do movimento, pois quanto menor for a região a ser estimulada, mais preciso será este movimento. Vamos agora comparar duas regiões distintas: podemos pegar, por exemplo, a musculatura do olho, sendo que neste existe um motoneurônio que invervará 10 fibras musculares, enquanto no músculo quadríceps um motoneurônio inervará 150 fibras musculares, portanto, o movimento do olho é muito mais preciso do que do músculo quadríceps.

Informação sensorial e reflexos

O reflexo é definido como uma sequência rápida, involuntária e previsível de ações que ocorrem em resposta a um estímulo específico. Os reflexos podem ser inatos, aprendidos ou adquiridos. Os componentes básicos de um arco reflexo são: receptores sensitivos, neurônio sensitivo, centro de integração, neurônio motor e efetor.

Receptores sensoriais

Os receptores sensoriais têm a função de fornecer ao sistema nervoso central informações sobre o estado das estruturas do organismo como também do ambiente interno. Existem vários tipos de receptores capazes de detectar diferentes estímulos, como os proprioceptores, mecanoceptores, termoceptores, fotoceptores, quimioceptores e nociceptores.

Agora, abordaremos sucintamente cada um destes receptores e, em seguida, será apresentado com muitos detalhes os proprioceptores.

Mecanorreceptor – É um receptor sensorial que responde à pressão ou a outro estímulo mecânico. Estão incluídos aqui, por exemplo, os sensores que os ouvidos conseguem captar as ondas sonoras.

Termoceptor – É um receptor capaz de captar os estímulos de natureza térmica, e são, distribuídos por toda a pele. Um dos tipos deste é a terminação nervosa livre.

Fotoceptores – É um receptor que consegue captar a luz que chega à retina e transmitir para o cérebro a qualidade desta, permitindo que o cérebro reconheça as imagens.

Quimioceptor – É um receptor sensorial sensível à concentração de algumas substâncias químicas, tendo como função receber o estímulo e transformá-lo em um impulso nervoso.

Nociceptor – É um receptor que envia sinal com a finalidade de informar um estímulo doloroso.

Propriocepção

A propriocepção é definida como a percepção do próprio corpo, da consciência da postura, do movimento e de partes do corpo, além das mudanças no equilíbrio, como também informações relacionadas com as sensações do movimento e da posição articular, isto quer dizer que o sistema nervoso central recebe informações a todo momento, como de todas as posições articulares e também qual é o nível de tensão muscular de cada músculo ou grupo muscular.

Os receptores estão localizados mais profundamente nos músculos, nos tendões, nos ligamentos e nas articulações, gerando impulsos nervosos proprioceptivos que podem ser conscientes ou inconscientes.

Os conscientes permitirão, por exemplo, que o indivíduo que, mesmo que esteja com os olhos fechados, tenha condições de perceber o seu próprio corpo, todos os movimentos que estão ou não sendo realizados. Já os inconscientes não têm nenhum tipo de sensação, sendo utilizados com a finalidade de regular a atividade muscular pelos mais diversos centros envolvidos com a atividade motora.

Estes receptores são então capazes de detectar todas as variações mecânicas que estão ocorrendo, como também enviar todas as informações recebidas para o sistema nervoso central. Pode-se, então, para facilitar e resumir dizendo que a propriocepção tem como função enviar constantemente informações sobre as possíveis movimentações de todos os segmentos do corpo no espaço, com a finalidade de auxiliar nas diferentes atividades motoras. Os proprioceptores localizados nos músculos são chamados de fusos musculares, os localizados nos tendões são os órgãos tendinosos de Golgi e os que estão nas cápsulas articulares são os corpúsculos de Ruffini e Pacini.

Assimile

Você conseguiu assimilar a importância dos receptores?

Como eles enviam informações do nosso corpo a todo momento para o sistema nervoso central com a finalidade de proteger de todos os perigos possíveis?

Você consegue imaginar como poderia ser uma criança ou um adolescente que apresenta uma deficiência relacionada com um mal funcionamento dos receptores?

Sem medo de errar

Atenção

Antes de responder a esta situação-problema, é fundamental que você faça a leitura da dissertação de mestrado *Protocolo de exercícios proprioceptivos para atletas iniciantes de ginástica rítmica - GR*, pois ela dará subsídios para você conseguir elaborar a resposta para esta situação-problema.

SEMEÃO, F. A. **Protocolo de exercícios proprioceptivos para atletas iniciantes de ginástica rítmica - GR**. 2015. 52 f. Tese (Mestrado em Exercício Físico na promoção da saúde)-UNOPAR, Londrina, 2015. Disponível em: <http://s3.amazonaws.com/pgsskroton-dissertacoes/ab0985a323129d10f633b45b57aa2e92.pdf>. Acesso em: 19 set.16.

Antes de retomar a situação-problema desta seção, lembramos você de que Maria Vitória foi convidada para desenvolver um trabalho com crianças e adolescentes no centro de treinamento Infantil Vida livre, tendo como proposta despertar o interesse nas crianças e nos adolescentes pela atividade física.

Na equipe de voluntários que trabalham neste centro, existe uma pessoa chamada Marcela que, quando jovem, foi atleta de ginástica rítmica durante alguns anos. Atualmente, a sua proposta neste centro é criar um grupo de crianças e adolescentes que tenham interesse em desenvolver-se neste esporte.

Nesta semana, Marcela, ao conversar com Maria Vitória, pediu para que ela pensasse em alguns pontos importantes sobre a propriocepção que poderiam ser apresentados, a fim de ajudar na atuação com as crianças e os adolescentes como forma de tomar cuidados no momento de realizar os exercícios físicos e, assim, evitar lesões durante a prática deste esporte.

Com base em todas estas informações, o que deve então ser conversado com este grupo para que ele tenha consciência dos cuidados necessários durante a prática da ginástica rítmica? A partir de qual idade as crianças podem começar a praticar este esporte?

A ginástica rítmica é um esporte considerado de alta complexidade por envolver a combinação de arte e gestos esportivos, então, exige da criança e do adolescente uma alta pontuação, acarretando, muitas vezes, lesões, principalmente, relacionadas com a articulação do tornozelo, dos joelhos, dos ombros e da coluna lombar.

Um dos pontos importantes que deve ser levado em consideração em um programa de treinamento é referente à propriocepção e ao controle muscular, uma vez que têm um papel fundamental para o controle da estabilidade articular dinâmica e o equilíbrio postural.

O treinamento da ginástica rítmica deve estar baseado em alguns princípios da biomecânica articular, buscando como objetivos: aumento da amplitude de movimento, ganho de força, flexibilidade e resistência muscular.

As crianças dos cinco aos oito anos de idade já podem participar da prática de ginástica rítmica, uma vez que é o período em que ela está desenvolvendo as suas capacidades de coordenação motora.

Avançando na prática

Maria e suas crises de câimbra

Vagner é um estudante da área da saúde e tem buscado aprofundar seus conhecimentos quanto à contração muscular. Sua irmã Maria, de sete anos, tem problemas renais e há dois anos está fazendo tratamento com um médico nefrologista; uma das suas principais queixas está relacionada com as câimbras que tem apresentado atualmente.

Com base em todas estas informações, qual é a relação da câimbra com a contração muscular?

A câimbra é um desequilíbrio metabólico e iônico. Embora não seja considerada uma lesão muscular, resulta em uma contração espasmódica e dolorosa, relacionada com fadiga, perda de eletrólitos, desidratação e doença renal.

Faça valer a pena

1. Os músculos esqueléticos são compreendidos em torno de 40 a 50% de todo o peso corporal total, estando ligados aos ossos através dos tendões, enquanto a outra extremidade está fixada ao osso, chamado de inserção e se moverá durante a contração muscular.

Assinale a alternativa correta que apresenta qual é o número total de músculos presentes no corpo humano:

a) 600.

b) 500.

c) 300.

d) 450.

e) 650.

2. Os músculos esqueléticos têm a função de contrair e relaxar, produzindo vários tipos de movimento, possibilitando, então, movimentos como andar, correr, saltar, nadar, escrever, entre outras tantas atividades. Para que ocorra a marcha, é necessária uma ação conjunta dos ossos, das articulações e do músculo, sob a regulação do sistema nervoso.

Assinale a alternativa correta que contém todas as macroestruturas que compõem o sistema muscular:

a) Nervo, músculo, ponte transversa e actina.

b) Miosina, célula muscular, miofibrilas e miofilamentos.

c) Célula muscular, ponte cruzada, ponte transversa e nervo.

d) Músculo, fascículo, fibra muscular ou célula muscular, miofibrilas e miofilamentos.

e) Actina, miosina, ponte cruzada, miofilamentos e miofibrilas.

3. Os reflexos podem ser classificados como inatos, aprendidos ou adquiridos, como também quanto à origem e ao tipo. Os componentes básicos de um arco reflexo são: receptores sensitivos, neurônio sensitivo, centro de integração, neurônio motor e efetor.

Assinale a alternativa correta que tem a definição do que é um reflexo:

a) É uma sequência rápida, voluntária ou involuntária de ações sem nenhuma causa conhecida.

b) É uma sequência rápida, involuntária e previsível de ações que ocorrem em resposta a um estímulo específico.

c) É uma sequência que pode tanto ser rápida quanto lenta de ações em resposta a um estímulo qualquer.

d) É uma sequência de ações em resposta a um estímulo provocado em decorrência de uma lesão.

e) É uma sequência lenta de ações que ocorrem em resposta a qualquer tipo de estímulo específico.

Seção 2.2

Estrutura e função dos sistemas somático e autônomo e os eventos associados a um potencial de ação

Diálogo aberto

Antes de começar a apresentar a situação-problema desta seção, lembramos você de que Maria Vitória foi convidada para desenvolver um trabalho com crianças e adolescentes no centro de treinamento infantil Vida livre, tendo como proposta despertar o interesse nas crianças e nos adolescentes pela prática de atividade física regular.

Esta semana, o seu trabalho está voltado para todas as crianças que estão chegando para o centro de treinamento e estão acima do peso. A proposta é realizar um trabalho preventivo com este grupo a partir da prática de exercícios físicos, objetivando conscientizar as crianças, os adolescentes e todos os seus familiares sobre a importância do esporte regular como forma de prevenção de doenças em geral e mais especificamente com relação aos distúrbios cardiovasculares, como hipertensão arterial, arteriosclerose e arritmias graves, uma vez que estas doenças estão associadas a uma maior ocorrência de disfunções cardiovasculares e metabólicas na idade adulta, muitas vezes, produzindo alterações significativas na função do sistema nervoso autônomo.

Com base em todas estas informações, convidamos você a pesquisar com Maria Vitória os principais benefícios para o sistema nervoso autônomo para as crianças e os adolescentes que praticam a atividade física regular.

Não pode faltar

Sistema nervoso autônomo

O sistema nervoso autônomo é dividido em dois ramos: simpático e parassimpático. Os gânglios estão localizados ao lado da medula espinal e distantes do órgão efetor no sistema simpático, enquanto no parassimpático os gânglios estão distantes do sistema

nervoso central e próximo ou dentro do próprio órgão efetor. Este sistema exerce um papel fundamental para o controle da homeostasia, atuando de forma não consciente.

Os dois sistemas inervarão os mesmos órgãos, mas apresentam funções antagônicas, ou seja, enquanto um deles estimula um determinado órgão, o outro sistema o inibirá.

O sistema nervoso autônomo controla e modula as funções de todos os órgãos, é involuntário, sendo que cada via do sistema nervoso autônomo é formada por dois neurônios: um pré-ganglionar e um pós-ganglionar.

No neurônio pré-ganglionar, o corpo celular está situado no sistema nervoso central. Os axônios desses neurônios pré-ganglionares fazem sinapse com os corpos celulares dos neurônios pós-ganglionares em um dos vários gânglios autônomos fora do sistema nervoso central. Já os axônios dos neurônios pós-ganglionares estão localizados em direção à periferia, fazendo sinapse nos órgãos efetores viscerais, como o coração, os bronquíolos, o músculo liso vascular e o sistema gastrointestinal.

A acetilcolina é o neurotransmissor liberado pelos neurônios pré-ganglionares, enquanto os neurônios pós-ganglionares liberarão a acetilcolina ou norepinefrina.

Nas situações de repouso, os sistemas simpático e parassimpático estão em equilíbrio, enquanto que nas situações de exercício, as atividades do sistema simpático tendem a aumentar, e no sistema parassimpático, a diminuir. Uma das principais funções do sistema simpático durante o exercício é regular o fluxo sanguíneo para todos os músculos em atividade. No momento em que o exercício físico é terminado, ocorre a diminuição da atividade simpática enquanto a parassimpática aumentará, possibilitando que o indivíduo retorne à situação de repouso.

Existem várias funções relacionadas com o sistema autonômico, alteradas durante o exercício físico, como o fluxo sanguíneo para a pele, o controle da circulação sanguínea regional, a broncodilatação, a contratilidade cardíaca, entre outras tantas funções.

Há diferenças com relação às variações nas respostas ao exercício entre crianças e adolescentes comparados com os adultos, podendo ser explicado devido às diferenças maturacionais referentes à atividade autonômica, principalmente no que diz respeito ao tônus simpático. Todas essas observações foram encontradas por meio de métodos indiretos, uma vez que a aplicação de todos os procedimentos diretos não são considerados éticos para as crianças por serem testes invasivos.

Métodos de avaliação e distúrbios da atividade autonômica cardiovascular

Distúrbios autonômicos

Antes de abordarmos sobre os métodos de avaliação, estudaremos , primeiramente, a obesidade infantil que pode ser considerada um dos principais fatores que podem desencadear os distúrbios autonômicos.

A obesidade é definida como uma deposição e um armazenamento excessivo de gordura no organismo, sendo ocasionada por diversos fatores, como: maus hábitos alimentares, genética, emoções, sexo, idade, nível de atividade física e aspectos culturais; atualmente considerada como um importante problema de saúde pública.

As principais consequências da obesidade estão relacionadas com os distúrbios metabólicos, endócrinos e cardiovasculares, como a hipertensão arterial, arteriosclerose e arritmias graves.

Para as crianças e os adolescentes, a obesidade está associada a uma maior ocorrência de disfunções cardiovasculares e metabólicas na idade adulta. As pesquisas têm demonstrado que a obesidade pode produzir alterações na função do sistema nervoso autônomo, podendo ser utilizadas para esta avaliação a análise e a variabilidade da frequência cardíaca. Este tipo de teste é visto como seguro e não invasivo dos impulsos autonômicos do sistema simpático e parassimpático, com a finalidade de indicar a habilidade do coração em responder aos estímulos fisiológicos, podendo ser utilizado em diversas condições, inclusive, patológicas.

A redução do peso corporal aliado com a atividade física é capaz de promover melhorias no sistema nervoso autônomo em crianças obesas, mostrando que a dieta associada com o exercício físico é capaz de reduzir o grau de obesidade, amenizando as alterações observadas no sistema nervoso autônomo de crianças obesas e devendo ser estimuladas precocemente para diminuir ou eliminar os riscos produzidos pela obesidade.

Os resultados de várias pesquisas indicam que os níveis de noradrenalina tanto em repouso quanto durante o exercício físico, bem como quanto à variabilidade da frequência cardíaca mostram que a atividade parassimpática vagal é maior em crianças do que nos adultos, enquanto na atividade simpática é menor.

Métodos de avaliação

A variabilidade da frequência cardíaca pode ser avaliada por meio de um método chamado de domínio do tempo, em que pode ser determinada a frequência cardíaca em qualquer ponto no tempo ou nos intervalos de uma onda R até a onda R seguinte. Esta avaliação é baseada em cálculos estatísticos.

Um outro método que pode ser utilizado para avaliar a atividade autonômica é chamado de teste de inclinação ortostática, ou teste Tilt ou Tilt teste, e é realizado da seguinte maneira: o avaliado iniciará o teste na posição deitada e, na sequência,são

promovidos movimentos progressivos que elevarão a maca até 60 ou 70 graus, devendo deixar o avaliado preso com faixas de segurança na cintura e nos joelhos. O período máximo de duração em um teste prolongado deve ser de até 45 minutos.

Assimile

Gostaríamos de aproveitar este momento e convidar você para fazer uma reflexão sobre este assunto e, ao mesmo tempo, observar se você conseguiu assimilar todas estas informações tão importantes, relacionadas com os distúrbios da atividade autonômica cardiovascular.

A obesidade infantil é um problema de saúde pública mundial que pode ser combatida a partir de uma melhor alimentação e a inclusão de exercícios físicos regulares para todas estas crianças e estes adolescentes.

Sistema nervoso periférico

O sistema nervoso periférico é formado por nervos, terminações nervosas, plexos e gânglios. Todos os 12 pares de nervos cranianos emergem da base do encéfalo, a maioria dos pares de nervos cranianos está associada com o tronco encefálico que podem estar no bulbo, na ponte ou no mesencéfalo listados a seguir:

- Bulbo – Os nervos cranianos vestibulococleares (VIII), glossofaríngeo (IX), vagos (X) acessórios (XI) e hipoglossos (XII).

- Ponte – Os nervos cranianos trigêmeos (V), abducentes (VI) faciais (VII) e vestibulococleares (VIII).

- Mesencéfalo – Os nervos cranianos oculomotores (III) e trocleares (IV).

A medula espinal está organizada em 31 pares de nervos espinhais, que têm nomes relacionados com a sua localização em: oito pares de nervos cervicais (C_1 a C_8), doze pares de nervos torácicos (T_1 a T_{12}), cinco pares de nervos lombares (L_1 a L_5), cinco pares de nervos sacrais (S_1 a S_5) e um par de nervos coccígeos (Co_1).

Os plexos são definidos como axônios provenientes dos ramos anteriores dos nervos espinais, com exceção dos nervos torácicos de T2 a T12, não seguirão diretamente para as estruturas do corpo que inervam, mas formarão redes de nervos nos lados direito e esquerdo do corpo, unindo uma grande quantidade de axônios provenientes dos ramos anteriores dos nervos adjacentes, recebendo o nome de plexos. Os principais plexos dos nervos espinhais são: cervical, braquial, lombar, sacral e coccígeo.

Integração sensório-motora

A integração sensório-motora pode ser definida como um processo em que o cérebro organizará todas as informações, provocando, então, uma resposta adaptativa, sistematizando todas as sensações do corpo, como também do ambiente. Esta capacidade é utilizada para a interação social, bem como para o desenvolvimento de todas as habilidades motoras para a atenção e a concentração, sendo fundamentais para o desenvolvimento normal de uma criança.

Figura 2.7 | Integração sensório-motora

Fonte: <http://www.istockphoto.com/br/foto/astronauta-gm503458534-82534689>. Acesso em: 5 dez. 2016.

Podemos chamar a integração sensório-motora como um processo sensorial que pode ser dividido em:

- Registro sensorial.
- Orientação.
- Interpretação.
- Organização.
- Execução.

O registro sensorial corresponde ao recebimento de um estímulo físico, enquanto a orientação está relacionada com a transformação deste estímulo em um impulso neurológico, e a interpretação é a compreensão de todas as experiências, levando à

organização e ao desencadeamento de uma resposta adaptativa, culminando em sua execução.

Todas estas funções descritas ocorrem sempre muito rapidamente, inconsciente e continuamente.

Algumas crianças que têm dificuldades para o processamento destes estímulos sensoriais, estas experiências, podem então ser levadas a uma situação inconveniente, ocasionando uma experiência desagradável que ao longo do tempo pode desencadear um distúrbio sensorial, que afeta o desenvolvimento das habilidades funcionais em crianças e adolescentes, pode estar relacionadas com o comportamento, com as atividades motoras ou cognitivas, causando alterações como:

- Mudanças no comportamento da criança, fazendo com que elas se tornem impulsivas, desatentas e se distraiam facilmente.

- Alterações nos movimentos, provocando um nível de atividade mais alto ou mais baixo, gerando descoordenação e quedas frequentes.

- Dificuldades no processo de aprendizagem, não conseguindo concentrar-se de maneira adequada, distraindo-se com facilidade em situações corriqueiras, como por um ruído ou um estímulo visual.

- Alterações nas relações pessoais, afetando a interação com todas as pessoas, com também na sua autoimagem, não conseguindo relacionar-se com crianças ou adolescentes da mesma idade, tendendo ao isolamento.

- Algumas situações cotidianas, como o medo, a ansiedade ou ainda o desconforto podem dificultar todas as rotinas diárias no ambiente familiar. A criança e o adolescente podem ainda encontrar dificuldades nos ambientes escolares ou sociais, uma vez que muitos estímulos físicos podem causar sofrimento parar estas pessoas.

Estes distúrbios podem estar presentes há muito tempo com a criança, mas, muitas vezes, só são percebidos quando ela entra na escola. Pode-se afirmar que a principal função de todos estes sistemas sensoriais é fazer a tradução da informação presente, realizando a tradução da informação existente nos estímulos ambientais (externos e internos) para a linguagem do sistema nervoso (por exemplo: sentir calor, detectar odores desagradáveis, entre tantos outros).

Sistemas sensoriais

Estas alterações podem estar presentes em um ou em todos os sistemas sensoriais, incluindo o tátil, o auditivo, o visual, o gustativo, o olfativo, o proprioceptivo e o vestibular, devendo então ser observados os seguintes pontos:

- Tátil – Resposta de todos os receptores que estão localizados na pele com relação ao toque, à pressão, à temperatura, à dor e ao movimento dos pelos sobre a pele.

- Auditivo – Habilidade da criança relacionada com os sons. Elas podem percebê-los corretamente tendo a capacidade para discriminar, transformar e reagir a qualquer tipo de som.

- Oral – A criança consegue discriminar, processar e responder corretamente a todos os paladares ou aos estímulos dentro da boca.

- Olfativo – Relacionado com o cheiro. As crianças têm habilidade para a percepção correta, discriminação, processamento e resposta para os diferentes odores.

- Visual – Habilidade para a percepção correta, discriminação, processamento e resposta a tudo o que se possa ver.

- Vestibular – Relacionado com todas as reações ao movimento e ao equilíbrio.

- Proprioceptivo – Refere-se ao sentido da posição, por meio da interpretação pelo cérebro da posição do corpo, do peso, da pressão, do alongamento, dos movimentos e das alterações na posição.

Figura 2.8 | Sistemas sensoriais

Fonte: <http://www.istockphoto.com/br/foto/linda-garota-brincando-com-tintas-gm502660524-82053667>. Acesso em: 5 dez. 2016.

Reflita

Pode-se afirmar que todas as pessoas e mais especificamente as crianças e os adolescentes têm várias deficiências sensoriais que , em alguns casos, levarão a uma disfunção, mas como isto pode ser determinado?

Esta determinação está relacionada com a frequência, intensidade, duração e o impacto funcional de todos estes sintomas que podem então levar ao desenvolvimento desta disfunção.

Exemplificando

A criança que apresenta uma alteração sensorial, como a desta figura, pode estar relacionada com o nível tátil, pois ela consegue apenas usar as pontas dos dedos quando brinca na areia, o que com certeza poderá também ser observada em outras atividades, como colar, pintar, comer, limitando a sua capacidade de aprendizagem em várias práticas.

Figura 2.9 | Alterações sensoriais

Fonte: <http://www.istockphoto.com/br/foto/sorridente-menina-agachando-e-desenho-na-areia-gm470978888-62499226>. Acesso em: 25 jan. 2017.

Para as crianças e os adolescentes que apresentam algum distúrbio sensorial, a atividade física pode e deve ser realizada como uma forma de tratamento para estes distúrbios, ajudando a desenvolver-se normalmente, por meio da melhora do desempenho motor durante o crescimento das crianças e dos adolescentes, pois

estas pessoas não podem ser olhadas como mimadas, mas sim como alguém que está precisando de uma ajuda e que, muitas vezes, é você quem poderá ajudá-la a desenvolver-se.

Pesquise mais

O texto a seguir da Sociedade Brasileira de Neurociência, escrito por Erika Infante Baz, ajudará você a entender um pouco mais sobre a integração sensorial.

BAZ, E. I. **Integração sensorial e distúrbios escolares**. Disponível em: <http://www.sbneurociencia.com.br/erikainfante/artigo3.htm>. Acesso em: 25 set. 2016.

Faça você mesmo

Agora chegou o momento que você pode e deve aproveitar para desenvolver uma pesquisa buscando informações mais aprofundadas com relação ao tipo de exercício, à duração, à intensidade e à periodicidade que podem ser utilizados com a finalidade de redução do peso corporal em crianças e adolescentes. Imagine que você foi contratado para trabalhar com estas crianças e que a partir de agora todo este projeto está em suas mãos.

Sem medo de errar

Atenção

Antes de começar a responder a situação-problema a seguir convidamos você a ler o artigo *Variabilidade da frequência cardíaca em crianças obesas*, pois ele ajudará você a resolver a situação-problema apresentada.

SOUZA, N. M. et al. Variabilidade da frequência cardíaca em crianças obesas. **Journal of Human Growth and Development**, abr. 2012. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/rbcdh/v22n3/pt_08.pdf>. Acesso em: 26 set. 2016.

Antes de começar a apresentar a situação-problema desta seção, relembraremos o que aconteceu com Maria Vitória, convidada a desenvolver um trabalho com crianças e adolescentes no centro de treinamento infantil Vida livre, tendo como proposta despertar o interesse nas crianças e nos adolescentes pela atividade física.

Nesta semana, o seu trabalho está voltado para todas as crianças que estão chegando para o centro de treinamento e estão acima do peso. A proposta é que seja realizado um trabalho preventivo com esse rupo, por meio de exercícios físicos com o objetivo de conscientizar as crianças, os adolescentes e todos os seus familiares sobre a importância da atividade física regular.

Com base em todas estas informações, convidamos você a pesquisar com Maria Vitória os principais benefícios para o sistema nervoso autônomo para as crianças e os adolescentes que praticam a atividade física regular.

As pesquisas realizadas indicam que a obesidade em crianças de até 12 anos de idade promoverá alterações no sistema nervoso autônomo, provocando a redução da atividade do sistema parassimpático em comparação com crianças não obesas; já referente ao sistema simpático, existem pesquisas indicando que a atividade é aumentada nestes casos, enquanto em outros trabalhos, ela diminui ainda em outros, não foi encontrada nenhuma alteração nas crianças obesas comparadas com as não obesas.

Outro dado muito importante das pesquisas é que programas de atividade física regular associados com a redução do peso devido à dieta alimentar são muito eficientes quanto à promoção de melhoras no sistema nervoso autônomo.

Atualmente, já existe um consenso em todas as pesquisas que a atividade física regular associada com a redução do peso corporal é capaz de promover melhorias significativas no sistema nervoso autônomo de crianças obesas, portanto, as crianças devem ser estimuladas precocemente a realizar exercícios físicos regulares com o objetivo de eliminar todos os riscos produzidos pela obesidade, uma vez que provocarão uma restauração da homeostase celular e o sistema cardiovascular, provocando uma melhora na composição corporal e aumento da ativação metabólica.

Avançando na prática

Marcos e seu comportamento

Marcos é uma criança de nove anos que está apresentando muito problema na escola relacionado com o comportamento e a falta de interação entre seus colegas.

A professora Maria começou então a prestar mais atenção nele para poder descobrir em quais situações ele apresenta estas mudanças no comportamento. Após alguns dias, ela chegou a algumas conclusões quanto ao seu comportamento: todas as mudanças sempre estavam ocorrendo quando Marcos tinha contato com algum tipo de som diferente e, concidentemente, ao lado da escola está sendo construído um grande edifício. Após esta observação, a professora Maria solicitou uma reunião com os pais do garoto para conseguir, dessa maneira, comprovar as suas suspeitas.

Com base em todas informações, o que pode estar acontecendo com Marcos?

De acordo com todos os levantamentos, Marcos está sofrendo de um distúrbio sensorial associado com o sistema sensorial auditivo, em que alguns sons que ele escuta na escola devem levá-lo a experiências sensoriais que ele viveu no passado e que acabam desencadeando todos estes comportamentos alterados.

A professora conversou com a mãe de Marcos, que relatou que há quatro anos o seu marido, pai do Marcos, morreu quando estava trabalhando na construção de um edifício, mas que ela falou com a professora que não tinha observado o comportamento de Marcos quanto a problemas com alguns tipos de sons, no entanto, que, com certeza, depois de que a professora relatou o acontecido, ela não tinha dúvidas de que realmente seu filho estava apresentando um tipo de distúrbio.

Faça valer a pena

1. O gânglio nervoso é definido como um aglomerado de corpos celulares de neurônios encontrados fora do sistema nervoso central, estando presente no sistema nervoso autônomo, tanto no sistema simpático quanto no parassimpático.

Assinale a alternativa que apresenta em que local os gânglios estão localizados no sistema simpático:

a) Distantes do sistema nervoso central.

b) Ao lado da medula espinhal.

c) Próximos do sistema nervoso central.

d) Abaixo da medula espinhal.

e) Dentro do órgão efetor.

2. O sistema sensorial é definido com um conjunto de órgãos constituído de células especiais chamadas de receptores, cuja finalidade é captar os estímulos e as informações do ambiente que o cerca e do seu próprio corpo, sendo transmitidos na forma de impulsos elétricos.

Assinale a alternativa que apresenta quais são os sistemas sensoriais:

a) Quimioceptores, nociceptores, mecanoceptores e termoceptores.

b) Tátil, auditivo, visual, gustativo, olfativo, proprioceptivo e vestibular.

c) Vestibular, proprioceptivo, fotoceptores e termoceptores.

d) Proprioceptores, mecanoceptores, termoceptores, olfativo e visual.

e) Fotoceptores, quimioceptores, nociceptores e auditivo.

3. Plexo é uma expressão do latim que significa "enlaçamento", utilizada para descrever uma rede de vasos ou nervos. Existe um grande número de plexos nervosos, vasculares ou linfáticos. O diagnóstico pode ser realizado pelo exame clínico, como também por meio da mielotomografia, da ressonância magnética e dos estudos eletrofisiológicos.

Assinale a alternativa correta que apresenta quais são os principais plexos existentes:

a) Plexo simpático e plexo parassimpático.

b) Plexo cervical, plexo torácico, plexo lombar, plexo sacral e plexo coccígeo.

c) Plexo adrenérgico, plexo noradrenérgico e plexo colinérgico.

d) Plexo toracolombar, plexo sacral e plexo coccígeo.

e) Plexo cervical, plexo braquial, plexo lombar, plexo sacral e plexo coccígeo.

Seção 2.3

Prescrição de exercício físico

Diálogo aberto

Antes de começar a apresentar a situação-problema desta seção, lembraremos você de que Maria Vitória foi convidada para desenvolver um trabalho com crianças e adolescentes no centro de treinamento infantil Vida livre, tendo como proposta despertar o interesse nas crianças e nos adolescentes pela prática de atividade física regular.

Maria Vitória foi convidada para dar uma palestra pelo centro acadêmico da instituição na qual estuda para os alunos que estão ingressando no curso de Educação Física, sendo que o tema da palestra é *A importância das atividades recreacionais nas aulas de Educação Física*.

Com base em todas estas informações, convidamos você a pontuar quais são os principais resultados que podem ser encontrados com a prática das atividades recreacionais ou lúdicas.

Não pode faltar

Prescrição do exercício físico (fatores básicos)

As principais alterações em resposta ao treinamento físico são encontradas após 6 a 10 semanas de treinamento, todas estas respostas estão relacionadas, por exemplo, com o volume de exercício que é realizado durante o período de treinamento.

O que não é correto afirmar é que o atleta que realiza um maior volume de treinamento com uma maior intensidade será sempre o que obterá o melhor desempenho, o que significa dizer então que a velocidade com que um atleta se adapta ao treinamento físico é limitada e ele não pode, portanto, ser forçado além da sua capacidade. Caso não seja respeitada esta premissa, corre-se o risco de ter um treinamento em excesso (overtraining), produzindo praticamente nestes casos apenas pequenas mudanças na performance, uma vez que não foram respeitados,

por exemplo, os intervalos ou o tempo de recuperação, provocando na maioria dos atletas muitos tipos de lesões.

Dessa forma, um dos principais objetivos dos exercícios físicos em crianças e adolescentes é desenvolver uma manutenção da performance com uma construção equilibrada, garantindo um desenvolvimento harmonioso do corpo e, para isso, é fundamental a realização de uma avaliação física prévia e avaliações posteriores permanentes, objetivando obter dados seguros e sempre necessários para garantir a elaboração de um protocolo de treinamento físico, por meio da prescrição dos exercícios físicos corretos.

Existem três princípios básicos do treinamento físico: a sobrecarga, a especificidade e a reversibilidade, que podem e devem ser aplicados tanto para os adultos quanto também para as crianças e os adolescentes, só que com algumas observações estes indivíduos.

Figura 2.10 | Exercícios físicos

Fonte: <http://www.istockphoto.com/at/foto/kinder-sitzen-im-fitnessstudio-gm493083032-76718617>. Acesso em: 5 dez. 2016

Princípio de sobrecarga

Este princípio está relacionado com o treinamento realizado em um nível acima do habitual, provocando alterações, por exemplo, no sistema cardiovascular, como também na força dos músculos esqueléticos. Existem três variáveis relacionadas com a sobrecarga: a intensidade, a duração e a frequência (abordaremos estes itens posteriormente nesta seção).

Deve-se tomar cuidado durante o treinamento físico em crianças com relação à carga escolhida, pois a sobrecarga pode alterar o crescimento ósseo, uma vez que pessoas dessa faixa etária não estão ainda com a sua formação completa, portanto, se realizam atividade física sem um controle, podem sofrer microtraumatismos ou ainda inflamação ou lesão, prejudicando muito a sua performance física.

Princípio de reversibilidade

Este princípio está relacionado com os ganhos alcançados por meio do condicionamento e são perdidos rapidamente quando o treinamento é interrompido e a sobrecarga foi removida, porém existem estudos que comprovam que alguns dias de repouso ou com redução do treinamento físico não comprometerão o desempenho e, em muitos casos, podem até melhorar futuramente a performance do atleta.

As variáveis que podem ser diminuídas após este período são: força muscular, potência muscular, resistência muscular, velocidade, flexibilidade e resistência cardiorrespiratória.

Princípio de especificidade

Este princípio preconiza que a maior parte do treinamento físico deve ser específico para os músculos envolvidos naquela determinada atividade física ou modalidade, devendo então o treinamento estar relacionado na maior parte do tempo com os tipos de fibras que se deseja recrutar e a via bioenergética principal que deseja treinar para aquela determinada modalidade esportiva.

Assimile

Você conseguiu assimilar os três princípios básicos do treinamento físico? Se ficou com alguma dúvida, leia novamente estes conteúdos apresentados.

Os princípios de sobrecarga, especificidade e reversibilidade são fundamentais na elaboração de qualquer programa de exercícios físicos, portanto, não deve ficar nenhuma dúvida.

A Federação Internacional de Medicina do Esporte (FIMS) apresenta as seguintes recomendações fundamentais para as crianças e os adolescentes que praticam atividades físicas regulares:

- Sempre que a criança ou o adolescente for participar de um programa

para uma competição, cada participante deve ser submetido a um exame clínico detalhado com a finalidade de selecionar os indivíduos que têm condições clínicas favoráveis. É obrigatório que exista a supervisão de uma equipe de saúde permanente para prevenir, por exemplo, lesões por excesso de carga ou de crescimento ou qualquer outro tipo de lesão.

- Todo treinador tem também uma responsabilidade pedagógica com as crianças e os adolescentes sob sua responsabilidade, devendo sempre acompanhar todas as situações relacionadas, por exemplo, às esferas biológicas, físicas e sociais de todos os participantes, principalmente referente ao desenvolvimento destes indivíduos, aplicando estes conhecimentos em todos os treinamentos.

- Deve sempre ser levado em conta no treinamento a individualidade da criança e do adolescente, um dos principais critérios para a organização e elaboração de qualquer programa de treinamento.

- Deve ser oferecida para todas as crianças e os adolescentes uma grande variedade de modalidades esportivas, com a finalidade de assegurar que eles tenham condições de escolher os esportes que têm mais interesse de acordo com suas necessidades, constituição física e capacidade, o que aumentará tanto o êxito quanto o prazer para a atividade física. Neste momento, não deve ser estimulado nenhum tipo de especialização precoce nestas crianças.

- Para os esportes de contato, todos os indivíduos devem ser classificados além da idade cronológica. É necessário considerar critérios, como: maturidade, dimensão corporal, habilidade e sexo.

- Todas as regras, bem como a duração das competições, devem sempre estar adequadas para a idade dos participantes, e as sessões devem ser curtas. Todas as sessões organizadas de forma adequada garantirão maior otimização das atividades, bem como das habilidades, produzindo a redução a um mínimo de risco para qualquer tipo de lesão.

- Os levantamentos de pesos muito elevados e o halterofilismo não são recomendados para crianças.

- As maratonas não podem ser muito longas, não sendo então recomendadas a sua aplicação para crianças, pois não se encontram ainda com a maturação completa.

- A alimentação das crianças e dos adolescentes deve garantir que haja nutrientes suficientes para que possam realizar o treinamento sem a presença de nenhum comprometimento do desenvolvimento físico.

Reflita

Chamaremos agora a sua atenção para refletir sobre a importância de seguir as recomendações da Federação Internacional de Medicina do Esporte referente à prática de atividades físicas regulares para as crianças e os adolescentes.

Entre todas as atividades que as crianças e os adolescentes realizam, a prática do exercício físico regular deve ser uma das prioridades na vida destes indivíduos. Para a prescrição dos exercícios físicos deve sempre ser levado em consideração a frequência, a intensidade, a duração e o tipo de atividade. As principais respostas fisiológicas ao exercício são muito semelhantes em adultos, adolescentes e crianças, porém existem algumas particularidades, como:

- O consumo máximo de oxigênio (VO_2) significa a capacidade máxima que o organismo consegue captar, metabolizar e transportar o oxigênio. Existe um aumento do VO_2máx, em termos absolutos ao longo da idade, intimamente ligado ao aumento da força, isto é, o VO2máx/kg de peso corporal permanece constante com a idade para os meninos, mas há um declínio progressivo do VO_2máx/kg de peso corporal em meninas.

- No treinamento aeróbico, pode ser utilizado o $VO_{2máx}$ como um parâmetro para avaliar a performance dos adultos, porém nas crianças esta variável representa apenas 1/3 dos valores esperados nos adultos.

- Não existe diferença da potência anaeróbica entre meninos e meninas antes da puberdade, mas esta aumenta proporcionalmente mais nos meninos após a puberdade por diferenças hormonais.

- As crianças apresentam uma menor produção de ácido lático, portanto, sua recuperação é mais rápida após um exercício físico do que nos adultos.

- As crianças durante o exercício físico apresentam menos sede do que os adultos devido às características diferenciadas de termorregulação, portanto estão mais propensas à desidratação.

Tipos e frequência de exercícios

Os tipos de exercícios mais frequentes que podem ser utilizados durante um programa de treinamento físico são: caminhada, ciclismo, corrida, natação e saltos, podendo ainda ser acrescentado outros tipos, como dança ou qualquer atividade que esteja envolvida com raquete. As atividades recreacionais também são uma boa opção para as crianças. Falaremos sobre este assunto com mais detalhes ainda nesta seção.

Figura 2.11 | Natação

Fonte: <http://www.istockphoto.com/br/foto/felizes-crian%C3%A7as-brincando-com-jatos-de-%C3%A1gua-na-piscina-gm473665920-64117713 >. Acesso em: 5 dez. 2016.

O ideal é que o tipo de exercício escolhido seja uma atividade em que o praticante goste de realizar, assim conseguirá executar de uma forma mais prazerosa, uma vez que a motivação é um dos fatores mais importantes para o sucesso do treinamento.

O treinamento de força é muito efetivo nos adultos, comparando com as crianças e os adolescentes. Antigamente não era indicado em função da possibilidade de lesão que poderia prejudicar o crescimento normal destes praticantes, mas atualmente este tipo de treinamento é indicado desde que seja realizado com segurança, garantindo um risco mínimo de lesão. Este programa de treinamento de força provocará nas crianças uma melhora da coordenação motora, como também um aumento da ativação das unidades motoras, enquanto nos adolescentes provocará adaptações neurais e aumento do tamanho muscular.

Alguns estudos abordam o treinamento aeróbico em crianças e adolescentes, enfatizando que o aumento encontrado nas crianças é menor do que o em adolescentes ou adultos, porém, mesmo assim, estas crianças apresentaram melhora no desempenho nas corridas e o maior ganho encontrado no VO_2 é quando a criança atinge a puberdade.

O treinamento anaeróbico em crianças e adolescentes realmente provocará a melhora da capacidade anaeróbica, provocando posteriormente um aumento da concentração de creatina fosfato, ATP e glicogênio em repouso. A frequência do treinamento ideal deve ser de três a cinco dias por semana, principalmente quando pensa-se nos benefícios relacionados com a saúde. Nos casos em que as crianças e os adolescentes iniciarão a prática de uma atividade física regular, esta frequência deve ser inferior a quatro dias até que a prática se torne um hábito para o praticante e o risco de lesão esteja muito pequeno.

Duração e intensidade dos exercícios

Você pode imaginar qual deve ser a duração ideal para um exercício físico?

Acreditamos que você nem imagina, mas existem estudos que já comprovam resultados com relação ao condicionamento cardiovascular com exercícios com duração de cinco a dez minutos por dia, porém acredita-se que o período de duração ideal é de 40 a 60 minutos por dia.

A intensidade do treinamento físico é considerada como o fator mais importante dos três. Existe praticamente um consenso entre toda a comunidade científica de que a intensidade ideal para um treinamento físico deve ser no mínimo de 60% do FCmáx. A prática de atividades físicas inferiores a esta intensidade, ou seja, exercícios leves provocarão melhoras na saúde, mas não na performance destes indivíduos, portanto, podemos afirmar que os exercícios físicos moderados levarão a alterações eficientes quanto à aptidão cardiovascular.

Assim, a intensidade do treinamento físico deve estar entre 60 a 90% da FCmáx para que realmente ocorra um aumento da performance destes indivíduos. Uma outra forma que pode ser também utilizada para quantificar a intensidade do exercício é o equivalente metabólico (MET) que está então relacionado com a quantidade de oxigênio consumida, sendo proporcional a energia gasta durante a prática desta atividade física.

Figura 2.12 | Duração do exercício

Fonte: <http://www.istockphoto.com/br/foto/conceito-de-recrea%C3%A7%C3%A3o-gm489973541-39650118>. Acesso em: 5 dez. 2016.

Atividades recreacionais

As atividades recreacionais podem e devem despertar, principalmente nas crianças, um grande interesse por tudo o que é lúdico e vai de encontro ao que hoje realmente as crianças não estão praticando, pois vivem em um mundo cada vez

mais tecnológico, esquecendo-se de atividades simples e muito prazerosas, como simplesmente brincar em um grupo com estas atividades que descreveremos agora para você. Por outro lado, quando um adulto se interessa por este tipo de atividade, sofrerá um grande preconceito por parte das pessoas mais próximas dele, como também da sociedade em geral.

Infelizmente esta falta de respeito a tudo o que é lúdico tem uma origem histórica em que foi associado as atividades recreacionais e de lazer a um descompromisso, cercado então por falta de obrigações, não apresentando nenhum tipo de produtividade.

Pela falta de propostas de atividades lúdicas no dia a dia das crianças, relacionadas, muitas vezes, por uma imposição da própria sociedade e , principalmente, pelos pais. Atualmente, observa-se crianças não vivendo o momento presente, uma vez que o interesse de todos é que ela seja introduzida mais rapidamente no mundo adulto, o que acaba provocando estresse, agressividade e depressão.

Não podemos nunca esquecer de que todo o ser humano e principalmente as crianças têm uma natureza lúdica que deve ser respeitada, portanto, ela deve ter o direito de simplesmente ser criança, como também todo o adulto deve ter o direito de poder extravasar esta sua natureza, liberando seu prazer e a alegria através de atividades recreacionais.

As atividades recreacionais podem estar relacionadas, por exemplo, com o turismo e a educação ambiental e serem desenvolvidas em parques públicos, clubes, quadras ou outros tantos locais.

Exemplificando

Agora vamos aproveitar este momento e dar um exemplo para você de uma atividade recreacional, chamada de marionete sem fio, que tem o objetivo de desenvolver na criança a percepção e o domínio do movimento induzido sem nenhum toque.

Esta atividade é desenvolvida com dois indivíduos, sendo que um deles é a marionete enquanto o outro é o condutor, sendo todas as atividades da marionete orientadas pelo condutor. Durante o exercício, o condutor manipulará a marionete por meio de um fio invisível, que pode estar preso, por exemplo, ao braço, à perna ou à cabeça, movimentando cada segmento de acordo com seu comando.

Faça você mesmo

Convidamos você, com base em todas estas informações apresentadas até agora, para elaborar um programa de treinamento físico específico para uma criança e um treinamento para um adolescente, levando em consideração qual deve ser a frequência, intensidade e duração do exercício físico.

Pesquise mais

Convidamos você para ler o artigo *Treinamento físico excessivo em crianças e adolescentes*, pois ele o ajudará muito a entender sobre o treinamento em excesso tanto para crianças quanto para os adolescentes.

FEDERAÇÃO INTERNACIONAL DE MEDICINA ESPORTIVA. Treinamento físico excessivo em crianças e adolescentes. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, Niterói, v. 3, n. 4, out./dez. 1997. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1517-86921997000400007&script=sci_arttext&tlng=es>. Acesso em: 1 out. 2016.

Sem medo de errar

Atenção

Antes de começar a responder a esta situação-problema, convidamos você a acessar o artigo *A importância das atividades lúdicas nas aulas de educação física no processo ensino aprendizagem*, pois ajudará você a responder a situação-problema.

ANJOS, J. A. **A importância das atividades lúdicas nas aulas de educação física no processo ensino aprendizagem**. Disponível em: <http://bdm.unb.br/bitstream/10483/6970/1/2013_JairoAlvesdosAnjos.pdf>. Acesso em: 2 out. 2016.

Recordaremos agora a situação-problema de hoje: Maria Vitória foi convidada para dar uma palestra pelo centro acadêmico da instituição na qual estuda para os alunos que estão ingressando no curso de Educação Física, cujo tema é *A importância das atividades recreacionais nas aulas de Educação Física*.

Antes de começar a abordar os principais resultados que podem ser encontrados com a prática das atividades recreacionais ou lúdicas, é importante afirmar que as brincadeiras e atividades lúdicas devem fazer parte de todas as

atividades recreacionais, devendo estar presentes no dia a dia de todas as crianças na escola, podendo ser aproveitado, principalmente, o momento durante as aulas de educação física para praticar esses exercícios, auxiliando na formação da personalidade de todas as crianças.

Estas atividades recreacionais provocarão um desenvolvimento global da criança, estando ligadas principalmente à inteligência, à afetividade, à motricidade e à sociabilidade. A afetividade contribuirá também com uma melhora psíquica e intelectual da criança. Durante as atividades recreacionais, este indivíduo mobilizará vários esquemas mentais que acabarão contribuindo com sua personalidade, no afetivo, na parte motora e cognitiva.

A brincadeira é considerada uma das atividades fundamentais para o desenvolvimento da identidade, da autonomia da criança, da atenção, da interação, da memória e da imaginação, provocando resultados muito importantes que contribuirão com a socialização dela, ajudando muito no trabalho com a utilização de regras fundamentais para seu aprendizado e no futuro para sua vida adulta.

Avançando na prática

Protocolo de treinamento físico

Arlindo está montando um programa de treinamento físico para ser aplicado em um grupo de adolescentes que mora em um bairro na periferia de uma grande capital. Sua proposta é fazer atividades físicas uma vez por semana, com duração de 30 minutos e com a FCmáx das crianças por volta de 40%.

Com base em todas estas informações, este treinamento, mantido durante dois meses, será eficiente ou não?

Infelizmente, este protocolo após dois meses de treinamento físico não provocará nenhuma alteração em termos de performance, pois os parâmetros escolhidos com relação à frequência, duração e intensidade não estão corretos, ou seja, estão abaixo do necessário, uma vez que a frequência dos exercícios físicos deveria ser de três a cinco vezes por semana, a duração de 40 a 60 minutos e a intensidade deveria estar entre 60 a 90% da FCmáx.

Faça valer a pena

1. Um dos principais objetivos dos exercícios físicos em crianças e adolescentes é desenvolver uma manutenção e uma construção equilibrada, garantindo um desenvolvimento harmonioso do corpo. Todas estas respostas estão relacionadas com o volume de exercício realizado durante o período de treinamento.

Assinale a alternativa que apresenta quando as principais alterações em resposta ao treinamento físico são encontradas:

a) Após dez a quinze semanas de treinamento.

b) Após três a cinco semanas de treinamento.

c) Após seis a dez semanas de treinamento.

d) Após uma a duas semanas de treinamento.

e) Após quatro a oito semanas de treinamento.

2. Assinale a alternativa que apresenta qual é a frequência de dias da semana que a atividade física deve ser realizada:

a) Um a dois dias por semana.

b) Três a cinco dias por semana.

c) Seis a sete dias por semana.

d) Dois a quatro dias por semana.

e) Três a sete dias por semana.

3. Os dados científicos comprovam que já podem ser encontrados resultados positivos com relação ao condicionamento cardiovascular com exercícios com duração de cinco a dez minutos por dia, porém realmente o ideal é que a duração dos exercícios seja de 40 a 60 minutos por dia.

Assinale a alternativa que apresenta qual deve ser a intensidade do treinamento:

a) De 55 a 65% a 90% da frequência cardíaca máxima.

b) De 75% a 99% da frequência cardíaca máxima.

c) De 45% a 55% da frequência cardíaca máxima.

d) De 60% a 70% da frequência cardíaca máxima

e) De 20 a 25% a 40% da frequência cardíaca máxima.

Referências

ANJOS, J. A. **A importância das atividades lúdicas nas aulas de educação física no processo ensino aprendizagem**. Disponível em: <http://bdm.unb.br/bitstream/10483/6970/1/2013_JairoAlvesdosAnjos.pdf>. Acesso em: 2 out. 2016.

BAZ, E. I. **Integração sensorial e distúrbios escolares**. Disponível em: <http://www.sbneurociencia.com.br/erikainfante/artigo3.htm>. Acesso em: 25 set. 2016.

CURI, T. C. P. **Fisiologia do exercício**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013.

FEDERAÇÃO INTERNACIONAL DE MEDICINA ESPORTIVA. Treinamento físico excessivo em crianças e adolescentes. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, Niterói, v. 3, n. 4, out./dez. 1997. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1517-86921997000400007&script=sci_arttext&tlng=es>. A

GHORAYEB, N.; DIOGUARDI, G. S. **Tratado de cardiologia do exercício e do esporte**. São Paulo: Atheneu, 2007.

MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do exercício:** energia, nutrição e desempenho humano. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.

POWERS, S. K. HOWLEY, E. T. **Fisiologia do exercício**: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho. 8. ed. São Paulo: Manole, 2014.

ROWLAND, T. W. **Fisiologia do exercício na criança**. São Paulo: Manole, 2008.

SCHWARTZ, G. M. **Educação física no ensino superior**: atividades recreacionais. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011.

SEMEÃO, F. A. **Protocolo de exercícios proprioceptivos para atletas iniciantes de ginástica rítmica - GR**. 2015. 52 f. Tese (Mestrado em Exercício Físico na promoção da saúde)-UNOPAR, Londrina, 2015. Disponível em: <http://s3.amazonaws.com/pgsskroton-dissertacoes/ab0985a323129d10f633b45b57aa2e92.pdf>. Acesso em: 19 set.16.

SOUZA, N. M. et al. Variabilidade da frequência cardíaca em crianças obesas. **Journal of Human Growth and Development**, abr. 2012. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/rbcdh/v22n3/pt_08.pdf>. Acesso em: 26 set. 2016.

WILMORE, J. H.; COSTILL, D. L. **Fisiologia do esporte e do exercício**. 5. ed. São Paulo: Manole, 2013.

Respostas cardiovascular e respiratória ao exercício físico na infância e na adolescência

Convite ao estudo

O assunto que será trabalhado nesta terceira unidade está relacionado com as respostas cardiovasculares e respiratórias frente ao exercício físico em crianças e adolescentes. Estes conteúdos darão condições para você, aluno, entender todos os processos fisiológicos envolvidos com a criança e o adolescente durante a realização de um exercício físico, como também os efeitos agudos e crônicos da prática de exercícios físicos para os sistemas cardiovascular e respiratório.

O objetivo desta unidade é despertar em você, futuro profissional da Educação Física, o interesse, a capacidade de interpretação e o entendimento de todos os processos relacionados com a utilização do sistema cardiovascular e respiratório em crianças e adolescentes durante o exercício físico.

Maria Vitória formou-se em Educação Física há cinco meses e logo que terminou seus estudos, ela já começou a trabalhar na academia Viva com mais saúde, especializada em atividades físicas para crianças e adolescentes.

Em cada seção desta unidade, ela estará passando por uma situação-problema diferente da que vai obrigá-la a utilizar todos os conhecimentos já adquiridos no decorrer do curso e, em específico, na referida disciplina, dando subsídios para que você tenha condições de resolver todas estas situações do dia a dia, relacionadas com a sua futura profissão.

Na Seção 3.1 desta unidade, serão estudadas a estrutura e a função do sistema circulatório e respiratório, a partir do conhecimento da anatomia do

coração, do ciclo cardíaco, da anatomia do pulmão e mecânica respiratória e da ventilação pulmonar.

Na Seção 3.2, serão trabalhadas as respostas cardiorrespiratórias a vários tipos de exercícios, a partir do conhecimento do eletrocardiograma e da ergoespirometria, os ajustes cardiovasculares durante o exercício físico, os outros fatores que afetam a resposta cardiovascular (idade, sexo, composição corporal e temperatura) e as adaptações cardiovasculares frente ao exercício físico.

Na Seção 3.3, serão estudados a ventilação pulmonar e os ajustes respiratórios durante o exercício físico, o transporte de oxigênio e dióxido de carbono, a regulação da respiração e a regulação respiratória do equilíbrio ácido-básico.

Seção 3.1

Estrutura e função do sistema circulatório e respiratório

Diálogo aberto

Nesta semana, Maria Vitória estava trabalhando na academia Viva com mais saúde, quando chegaram as crianças Marcos e Pedro, acompanhadas pela sua mãe Lidiane para conhecer a academia. Durante a conversa, Lidiane relatou para Maria Vitória que seu filho Pedro está com uma alteração da pressão arterial, apresentando picos de elevação. Por isso, está sob tratamento e que, inclusive, foi o médico que indiciou para o seu filho a realização de exercícios físicos sob a supervisão de um profissional habilitado.

Maria Vitória explicou para Lidiane que faria uma avaliação de cada uma das crianças antes de começar o programa de treinamento físico e que gostaria de conversar com o médico de Pedro para obter mais detalhes sobre a sua situação.

Com base em todas essas observações, por que o médico de Pedro indicou a prática de atividade física para o controle da pressão arterial e qual deve ser esta atividade?

Não pode faltar

Anatomia do coração

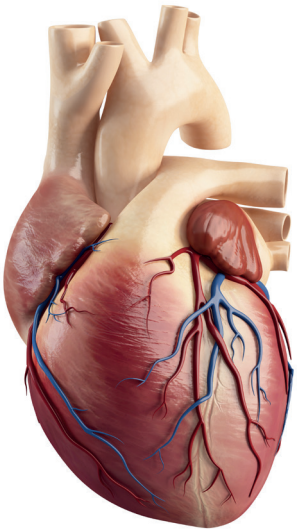
O coração está localizado na região centro mediana da cavidade torácica, constituído por quatro câmaras, dois átrios (direito e esquerdo) e dois ventrículos (direito e esquerdo), formando duas bombas (coração esquerdo e coração direito).

O tamanho do coração é de aproximadamente 12cm de comprimento, 9cm de largura e 6cm de espessura, com um peso médio de 300g nos homens e 250g nas mulheres. Ele está posicionado sobre o músculo diafragma, próximo da linha mediana da cavidade torácica no mediastino, com uma massa que se estende do esterno até a coluna vertebral e entre as pleuras dos pulmões e cerca de 2/3 da massa do coração

estão situados à esquerda na linha mediana do corpo. A cada ano, o coração contrai 40 milhões de vezes aproximadamente.

O coração esquerdo é mais conhecido como circulação sistêmica ou grande circulação, enquanto o coração direto é chamado de circulação pulmonar ou pequena circulação.

Figura 3.1 | Coração



Fonte: <https://goo.gl/9nE7We>. Acesso em: 15 dez. 2016

Valvas

As valvas que separam o átrio do ventrículo são chamadas de atrioventriculares e as que separam os ventrículos das artérias são denominadas de valvas semilunares, tendo como função controlar o fluxo sanguíneo, permitindo que o sangue flua, ou não, para a circulação.

Quando há um gradiente ou diferença de pressão que força o sangue para frente, as valvas estão abertas, e quando existe um gradiente de pressão ou uma diferença de pressão forçando o sangue para trás, as valvas estão fechadas, impedindo que ocorra o refluxo de sangue, sendo esta a função das valvas.

Existem quatro valvas presentes entre os átrios e os ventrículos ou entre os ventrículos e as artérias. Elas estão dispostas da seguinte maneira:

- Valva mitral – localizada entre o átrio esquerdo e o ventrículo esquerdo.
- Valva aórtica – localizada entre o ventrículo esquerdo e a artéria aorta.
- Valva tricúspide – localizada entre o átrio direito e o ventrículo direito.

- Valva pulmonar – localizada entre o ventrículo direito e a artéria pulmonar.

Existem diferenças entre as quatro valvas (atrioventriculares e semilunares), devido às grandes pressões nas artérias, ao final da sístole, forçando as semilunares a se fechar mais suavemente, em comparação com as atrioventriculares, devido à sua menor abertura. A velocidade de ejeção do sangue pelas valvas aórtica e pulmonar é bem maior do que pelas valvas atrioventriculares.

Membranas cardíacas (pericárdio, epicárdio, miocárdio e endocárdio)

A membrana que envolve e protege o coração é chamada de pericárdio, que possibilita uma liberdade ao coração para movimentar-se suficientemente de forma vigorosa e rápida ao mesmo tempo. Ela é dividida em duas partes principais: pericárdio fibroso e pericárdio seroso.

Existem três camadas que formam o coração: epicárdio, miocárdio e endocárdio. O epicárdio é mais externo, transparente e fino; o miocárdio é constituído de tecido muscular cardíaco, formando a massa principal do coração, responsável pelo seu bombeamento; o endocárdio é composto por uma camada fina de endotélio sobreposta a uma outra camada fina de tecido conjuntivo, constituído por um revestimento liso para as câmaras do coração e recobrindo as válvulas cardíacas.

Sistema arterial

O sistema arterial é formado pelas artérias, arteríolas, metarteríolas e, por último, pelos capilares. As artérias são vasos que emergem do coração, levando o sangue para todos os tecidos e, dentre elas, existem duas: o tronco pulmonar e a artéria aorta. O tronco pulmonar distribui o sangue para os pulmões, fazendo parte da chamada circulação pulmonar, enquanto a artéria aorta, através das suas ramificações, distribuirá o sangue para o restante do corpo correspondendo à circulação sistêmica, vasos que atuam sob alta pressão transportando o sangue rico em oxigênio (O2), com camadas de tecido conjuntivo e músculo liso.

As arteríolas são formadas por camadas circulares de músculo liso que podem contrair ou relaxar, cuja finalidade é regular o fluxo sanguíneo rapidamente. Durante o exercício físico, esta função de redistribuição do sangue fica mais evidente, uma vez que uma grande quantidade de sangue é desviada para os músculos em contração.

As metarteríolas são vasos menores, com menos musculatura, e terminam em uma rede de vasos muito pequena, chamados de capilares. É neste local no qual são realizadas as trocas gasosas, assunto este que será abordado com detalhes em uma próxima seção.

Sistema venoso

O sistema venoso é formado por uma extensa rede de vasos que coletam o sangue de todos os capilares e vai gradualmente aumentando o seu diâmetro, transformando-se em veias maiores, tendo como função conduzir o sangue proveniente dos tecidos de volta para o coração, atuando como um importante reservatório de sangue, uma vez que a pressão no sistema venoso é muito baixa e as paredes venosas são muito finas. Isso garante a contração ou a expansão e atua como um importante reservatório de sangue que pode ser utilizado de acordo com as necessidades.

Quanto à distribuição do sangue, nas veias, aproximadamente 85% de todo o volume sanguíneo está na circulação sistêmica, com 65% nas veias, 13% nas artérias e 7% nas arteríolas e nos capilares sistêmicos. O coração contém 7% do sangue e os vasos pulmonares, 8%.

Reflita

Convidamos você para uma importante reflexão: no interior das veias existem estruturas chamadas de válvulas, encontradas principalmente nas extremidades inferiores dos vasos e que auxiliam no retorno do sangue para o coração. O mais importante é que estas válvulas na situação de repouso não estão ativadas, ou seja, não funcionam, porém, a partir do momento em que o indivíduo realiza uma atividade física, elas são estimuladas , auxiliando no retorno venoso do sangue para o coração e impedindo, assim, que este sangue fique acumulado nas pernas.

Ciclo cardíaco

O ciclo cardíaco é definido como o processo que ocorre desde o início de um batimento cardíaco até o seguinte, sendo dividido em dois períodos: um de relaxamento, chamado de diástole, e um de contração, denominado sístole.

Cada ciclo é iniciado através da geração de um potencial de ação espontâneo que começa no nodo sinusal (SA) e percorre posteriormente todo o coração através das vias especializadas de excitação e condução do estímulo cardíaco. Todos estes locais serão estudados posteriormente ainda nesta seção.

O ciclo cardíaco é dividido em quatro fases. A seguir, estudaremos todas as alterações que ocorrem dentro do ventrículo esquerdo e em cada estágio você poderá observar alterações, tanto na pressão quanto no volume. As etapas são as seguintes:

- Fase I – enchimento rápido e lento.

- Fase II – contração isovolúmica ou isovolumétrica.
- Fase III – ejeção rápida e lenta.
- Fase IV – relaxamento isovolúmico ou isovolumétrico.

Antes de iniciar a explicação de cada uma das fases, é importante deixar uma observação: o acontecimento que provoca o término de uma etapa é o mesmo que provoca o início da seguinte.

Enchimento rápido e lento

Esta fase se inicia com a abertura da valva mitral. Neste momento, uma grande quantidade de sangue sai do átrio esquerdo e vai para o ventrículo esquerdo sem que ocorra nenhuma contração (enchimento rápido), ou seja, este sangue passa normalmente de um local para outro. Logo em seguida, o átrio esquerdo contrai-se (enchimento lento) e, assim, ejeta o volume de sangue restante para o ventrículo esquerdo. Neste instante este grande volume de sangue não consegue fluir para a artéria aorta, pois a valva aórtica está fechada, então, este volume tende a voltar em direção ao átrio esquerdo , fazendo que assim a valva se feche, terminando essa fase e iniciando a seguinte.

Agora, abordaremos as alterações que ocorrerão em termos de volume e pressão durante toda a primeira fase. O volume inicial de sangue é de 45ml, que permaneceu no ventrículo esquerdo decorrente do ciclo cardíaco anterior. Ao longo de toda esta etapa, entrou no ventrículo esquerdo 70 ml de sangue, sendo que 2/3 deste foi na fase de enchimento rápido e 1/3 no enchimento lento, enquanto que a pressão inicial é próxima a 0 mmHg e ao término desta etapa a pressão está em torno de 10 mmHg.

Contração isovolúmica ou isovolumétrica

Como o próprio nome diz, nesta fase não ocorre uma alteração de volume no ventrículo esquerdo, uma vez que as valvas mitral e aórtica estão fechadas, o que não é totalmente verdade, ou seja, acontece uma alteração muito pequena de volume que praticamente é imperceptível, portanto, não é considerada. Dessa forma, o volume inicial desta fase é o mesmo que o final: 115 ml.

Durante esta etapa, o ventrículo esquerdo precisa ganhar pressão suficiente para conseguir provocar a abertura da valva aórtica. No início, a pressão é de 10 mmHg e, ao final, no momento em que a valva aórtica se abre, é de 80 mmHg.

Ejeção rápida e lenta

Durante esta fase, ocorre a ejeção do sangue do ventrículo esquerdo para a artéria aorta. No momento da abertura da valva aórtica, acontece a ejeção de um grande volume de sangue (ejeção rápida) e, em seguida, um menor volume de sangue (ejeção lenta), porém isso não significa que duas contrações ventriculares ocorrem, pois, na verdade, há apenas uma.

Relaxamento isovolúmico ou isovolumétrico

Neste estágio não ocorre alterações no volume, pois tanto a valva mitral quanto a valva aórtica estão fechadas, logo, o volume inicial é o mesmo que o final, ou seja, 45ml. Durante toda esta fase, o relaxamento do ventrículo acontece assim, a pressão vai diminuindo aos poucos, iniciando em 80 mmHg e terminando próximo de 0 mmHg. Quando a pressão cai aproximadamente deste valor a valva aórtica abre novamente e inicia-se então um novo ciclo cardíaco.

Exemplificando

O coração atua muito semelhante a uma bomba. Neste vídeo, você poderá observar o funcionamento do coração, ao mesmo tempo em que serão abordadas as suas atividades e funções:

BIOLOGIA. **Biologia – Fisiologia – O coração**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Hf23USnHDjc>. Acesso em: 22 out. 2016.

Sistema especializado de excitação e condução cardíaca

Este sistema é constituído pelo nodo sinusal ou nodo sinoatrial, pelas vias internodais, nodo atrioventricular, feixe de His e fibras de Purkinje. Todo sistema tem uma propriedade especial, a de conseguir ser estimulado e de ser capaz de propagar este estímulo para outras regiões do coração.

Nodo sinoatrial ou sinusal – pequena região de aproximadamente 3mm de largura, 15mm de comprimento e 1mm de espessura. Esta região é chamada de marca-passo cardíaco, pois é nele que o impulso cardíaco é gerado em condições normais.

Vias internodais – após a geração do impulso no nodo sinusal, é conduzido através das vias internodais que transmitem o impulso do nodo sinusal para o nodo

atrioventricular, passando por ambos os átrios (direito e esquerdo).

Nodo atrioventricular – é considerado como o ponto de transição entre o átrio e o ventrículo, ou seja, todo estímulo que percorreu o coração até chegar a essa região foi apenas no átrio, enquanto que todo aquele que chegar após este local está relacionado com o ventrículo.

Feixe de His e Fibras de Purkinje – neste momento, o estímulo já está percorrendo o ventrículo, passando para o feixe de His e depois para as fibras de Purkinje, ramificando-se em duas partes (ramo direito e esquerdo). O ramo direito estimula todo o ventrículo direito, enquanto o esquerdo estimula o ventrículo esquerdo.

Débito cardíaco

O débito cardíaco é o resultado do volume sistólico multiplicado pela frequência cardíaca, correspondendo à quantidade de sangue transportado para a circulação a cada minuto, em torno de 5 a 8L por minuto em situações de repouso, podendo aumentar em até cinco vezes nas situações de exercício máximo.

A criança apresenta um coração com um menor tamanho e volume total de sangue, resultando em um volume de ejeção menor, tanto na situação de repouso quanto no exercício, comparando com o adulto. Com o passar dos anos, o tamanho e o volume do coração da criança aumentarão de acordo com o desenvolvimento do corpo como um todo. Observa-se nestas situações, então, um acréscimo do volume sistólico para uma mesma taxa de trabalho. O débito cardíaco da criança é menor do que o do adulto.

Assimile

O tamanho do coração é diretamente proporcional ao tamanho corporal, portanto, as crianças possuem corações menores do que os dos adultos, resultando em um volume sistólico menor.

Nas crianças, a frequência cardíaca máxima é mais elevada do que nos adultos e consegue compensar apenas parcialmente o menor volume de ejeção. Consequentemente, o débito cardíaco máximo é sempre menor do que em um adulto igualmente treinado.

A pressão arterial também está diretamente relacionada ao tamanho corporal, sendo menor nas crianças do que nos adultos, aumentando significativamente na adolescência e igualando-se aos adultos.

Além da grande importância da realização da atividade física regular das crianças e dos adolescentes como forma de melhoria da performance física, está também a manutenção de uma ótima qualidade de vida. Existem dados que comprovam que crianças e adolescentes, sem nenhuma causa secundária identificada, já apresentam pequenas alterações na pressão arterial e que estes indivíduos com certeza terão um maior risco potencial de desenvolver eventos cardiovasculares na fase adulta. Por isso, a realização de atividade física regular para as crianças e os adolescentes associada com uma boa alimentação são fundamentais para a manutenção da saúde destes indivíduos.

Pesquise mais

Chamamos a sua atenção para a leitura do artigo *Pré-hipertensão em crianças e adolescentes*, pois ele será muito útil quanto ao entendimento da importância de hábitos de vida saudáveis, sendo que um dos principais é a realização de atividades físicas regulares.

CAMPANA, E. M. G. et al. Pré-hipertensão em crianças e adolescentes. In: **Revista Brasileira de Hipertensão**, v. 16, n. 2, p. 92-102, 2009. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Andrea_Brandao/publication/255640615_Prhipertenso_em_crianas_e_adolescentes/links/54231f110cf290c9e3ae278b.pdf>. Acesso em: 22 out. 2016.

Anatomia do pulmão

O pulmão é um órgão par, sendo denominado pulmão direito e pulmão esquerdo. Você sabia que os dois pulmões têm diferentes tamanhos? O direito é maior que o esquerdo e é constituído por três lobos (superior, médio e inferior), enquanto o esquerdo é constituído por dois lobos (superior e inferior). Eles estão localizados desde o diafragma até um pouco acima das clavículas, situando-se na altura das costelas anterior e, posteriormente, a parte inferior é chamada de base, enquanto a superior, de ápice.

Estes órgãos têm cerca de 300 milhões de alvéolos, propiciando uma área de superfície em torno de 70m^2 para a troca gasosa.

Na face interna de cada um existe uma estrutura chamada de hilo pulmonar, em que os brônquios emergem, progredindo depois para os bronquíolos. Externamente, eles são revestidos por uma membrana transparente chamada de pleura (parietal e visceral). Estas duas pleuras são separadas por um espaço denominado de cavidade pleural e dentro desta existe um líquido secretado com a finalidade de reduzir o atrito entre as pleuras, permitindo que elas deslizem facilmente uma sobre a outra durante a respiração.

Figura 3.2 | Pulmões

Fonte: <https://goo.gl/TQHJan>. Acesso em: 15 dez. 2016.

Sistema respiratório

O sistema respiratório é formado por: nariz, faringe, laringe, traqueia, pulmões, pleura, brônquios, bronquíolos e alvéolos.

Nariz

O nariz é formado por duas partes: a externa e a interna. A parte externa consiste em um arcabouço de sustentação para o osso e a cartilagem hialina, enquanto a interna tem três funções: aquecimento, umidificação e filtração do ar inalado, além de atuar na detecção dos estímulos olfatórios (odor), como também na modificação das vibrações da fala.

Faringe

Esta região também pode ser chamada de garganta, medindo aproximadamente 13cm. Ela está situada imediatamente na parte posterior à cavidade nasal e à oral, superior à laringe e anterior às vértebras cervicais, sendo sua parede composta por músculos esqueléticos, revestida por uma túnica mucosa, cuja função é permitir a passagem para o ar e também para o alimento, tendo uma câmara de ressonância para os sons da fala.

A faringe é composta por três regiões anatômicas: parte nasal, parte oral e parte laríngea.

Laringe

A laringe é muito curta e conecta a parte laríngea da faringe com a traqueia, estando localizada anteriormente à 4ª até a 6ª vértebra cervical (C4 – C6).

Traqueia

A traqueia tem aproximadamente 12cm de comprimento, 2,5 cm de diâmetro, localizada na parte anterior ao esôfago e estende-se da laringe até a margem superior da 5ª vértebra torácica, em que se divide em brônquios principais direito e esquerdo.

Brônquios

Os chamados brônquios principais direito e esquerdo estão situados na altura da 5ª vértebra torácica. O brônquio principal direito é mais curto e mais largo que o esquerdo. Igualmente como a traqueia, os brônquios principais têm anéis incompletos de cartilagem e são revestidos por epitélio ciliado pseudoestratificado.

Quando os brônquios principais direito e esquerdo penetram nos pulmões, vão se dividir formando os outros lobares, conhecidos também como secundários. Posteriormente, formarão brônquios ainda menores, denominados brônquios segmentares ou terciários, que dividem em bronquíolos, os quais continuam ramificando-se em condutos ainda menores, intitulados de bronquíolos terminais.

Bronquíolos

Os bronquíolos terminais subdividem-se em ramos menores ainda, que são microscópicos, chamados de bronquíolos respiratórios. Conforme penetram nos pulmões vão se subdividir em diversos ductos alveolares.

Alvéolos

O alvéolo é revestido por um epitélio simples e sustentado por uma membrana basal elástica fina, um saco alveolar formado por dois ou mais alvéolos, que compartilham uma abertura em comum, e as paredes dos alvéolos são constituídas por dois tipos de células epiteliais alveolares.

As células alveolares (pneumócitos) tipo I são células epiteliais escamosas simples, que formam um revestimento quase contínuo da parede alveolar, enquanto as alveolares tipo II, são menos numerosas e encontradas entre as células alveolares tipo

I. tipo I são os principais locais nos quais ocorrem as trocas gasosas, enquanto as tipo II, são células epiteliais que vão secretar o líquido alveolar, mantendo a superfície úmida, entre as células e o ar. Este líquido é chamado de surfactante e contém uma mistura complexa de fosfolipídios e lipoproteínas. Este reduz a tensão de superfície do líquido alveolar, diminuindo a tendência dos alvéolos de sofrerem colapso.

Mecânica respiratória e ventilação pulmonar

Existem dois mecanismos responsáveis pela entrada e pela saída de ar (inspiração e expiração):

• Movimentos do músculo diafragma, para cima e para baixo, provocando variações no volume da caixa torácica. Na inspiração, o músculo diafragma traciona a superfície inferior dos pulmões para baixo; enquanto na expiração, o músculo diafragma relaxa, ocorrendo então a retração elástica dos pulmões, da caixa torácica e das estruturas abdominais que os comprimem.

• Elevação e abaixamento das costelas, aumentando ou diminuindo o diâmetro anteroposterior da caixa torácica, afastando esterno e tornando as costelas mais horizontais, alavancadas pelos músculos intercostais.

Estes movimentos da caixa torácica produzirão variações na pressão das vias respiratórias. Na inspiração, a pressão intra-alveolar é negativa em relação à pressão atmosférica, por volta de -1mmHg, permitindo que o ar penetre através das vias respiratórias. Já na expiração, a pressão intra-alveolar eleva-se em aproximadamente +1 mmHg, fazendo o ar sair através das vias respiratórias.

Inspiração

A inspiração é definida como um processo ativo realizado principalmente pela contração do principal músculo inspiratório, o diafragma, caracterizada pela entrada de ar nos pulmões. Sua contração é responsável pelo movimento de aproximadamente 75% do ar que entra nos pulmões durante a inspiração normal ou também chamada de respiração em repouso.

Durante as inspirações forçadas, os músculos acessórios contraem, ocorrendo o aumento do tamanho da cavidade torácica. Os esternocleidomastoideos elevam o esterno, os escalenos levantam as primeiras duas costelas e os peitorais menores elevam da terceira até a quinta costela.

Expiração

A expiração em repouso é definida como um processo passivo, não existindo contração dos músculos expiratórios, que ocorre devido à retração das fibras elásticas, estiradas durante a inspiração. Inicia-se quando os músculos da inspiração relaxam. Todos estes movimentos diminuem os diâmetros ântero-posterior e lateral da cavidade torácica.

Já a expiração forçada é um processo ativo que acontece por meio da contração dos músculos acessórios da expiração, os músculos intercostais internos e abdominais.

Na próxima seção, estudaremos com mais detalhes a ventilação pulmonar nas situações de repouso e durante o exercício físico.

Sem medo de errar

Antes de começar a responder a situação-problema desta seção, gostaria de lembrar que nesta semana Maria Vitória recebeu Lidiane junto com seus filhos, Marcos e Pedro, para iniciarem a prática de atividade física regular. Nesta conversa Lidiane contou para Maria Vitória que seu filho Pedro está com picos de hipertensão e, por isso, foi encaminhado pelo seu médico para iniciar a prática de atividade física regular associada com o tratamento medicamentoso.

Agora, gostaríamos de convidar você para a leitura do artigo *Exercício físico e o controle da pressão arterial*. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbme/v10n6/a08v10n6>. Acesso em: 23 out. 2016, antes de começar a responder à situação-problema, pois o artigo o ajudará a entender todo o mecanismo relacionado à prática de atividades físicas regulares e ao controle da pressão arterial.

O exercício físico regular produzirá uma série de respostas fisiológicas, decorrente de adaptações autonômicas e hemodinâmicas que vão influenciar todo o sistema cardiovascular, tendo um importante papel como um elemento que pode substituir o tratamento farmacológico ou ainda atuar como um adjuvante neste tratamento.

A redução da pressão arterial está relacionada com a diminuição do débito cardíaco e associada com a diminuição da frequência cardíaca. O exercício físico de baixa intensidade diminui a pressão arterial porque provoca redução no débito cardíaco, o que pode ser explicado pela diminuição na frequência cardíaca de repouso e do tônus simpático no coração, em decorrência de menor intensificação simpática e maior participação vagal. Por causa desta diminuição do tônus simpático existe uma importante queda da pressão arterial que acaba, então, retornando aos níveis normais.

As atividades recomendadas para os indivíduos hipertensos devem ser de

intensidade moderada, de três a seis vezes por semana, em seções de 30 a 60 minutos de duração, realizadas com frequência cardíaca entre 60% e 80% da máxima com a supervisão de um profissional especializado.

Avançando na prática

Alfredo e a asma

Descrição da situação-problema

Alfredo é um adolescente que tem asma, patologia caracterizada por uma inflamação dos brônquios que estarão edemaciados e estreitos, dificultando muito a passagem do ar devido à diminuição da luz neles.

Com base em todas estas afirmações, descreva se o exercício físico regular para os pacientes asmáticos deve ou não ser indicado como forma de terapia.

Resolução da situação-problema

De acordo com várias pesquisas científicas, o exercício físico regular por meio de programas de condicionamento físico para pacientes asmáticos tem provocado uma importante melhora da capacidade física, diminuição da incidência e frequência de crises asmáticas redução da sintomatologia, proporcionado maior independência social e psicológica. Portanto, deve sim ser indicada a prática de exercícios físicos para estes casos.

Faça valer a pena

1. William Harvey foi um médico britânico que nasceu em 1º de abril de 1578 e faleceu em 3 de junho de 1657. Foi ele quem descreveu pela primeira vez com detalhes todo o sistema circulatório sanguíneo de bombeamento de sangue do coração para todo o corpo humano.

Com base em todas estas informações, assinale a alternativa que apresenta qual é o peso médio do coração em homens e em mulheres:

a) 300g nos homens – 250g nas mulheres.

b) 200g nos homens – 150g nas mulheres.

c) 500g nos homens – 400g nas mulheres.

d) 600g nos homens – 550g nas mulheres.

e) 450g nos homens – 550g nas mulheres.

2. O ciclo cardíaco é formado por quatro fases, que ocorrem dentro do ventrículo esquerdo:

- Fase I – enchimento rápido e lento.
- Fase II – contração isovolúmica ou isovolumétrica.
- Fase III – ejeção rápida e lenta.
- Fase IV – relaxamento isovolúmico ou isovolumétrico.

Assinale a alternativa correta que apresenta o motivo de nas fases de contração isovolúmica ou isovolumétrica e de relaxamento isovolúmico ou isovolumétrico não existir uma alteração de volume significante:

a) Porque as valvas mitral e aórtica estão abertas.

b) Porque as valvas tricúspide e aórtica estão fechadas.

c) Porque a valva tricúspide está aberta e a aórtica, fechada.

d) Porque as valvas mitral e tricúspide estão abertas.

e) Porque as valvas mitral e aórtica estão fechadas.

3. Existem dois mecanismos básicos responsáveis pela inspiração e pela expiração: os movimentos do músculo diafragma para cima e para baixo e os movimentos de elevação e abaixamento das costelas, aumentando ou diminuindo o diâmetro anteroposterior da caixa torácica.

Assinale a alternativa que apresenta qual é a definição da inspiração:

a) É um processo passivo, realizado, principalmente, pelo relaxamento do músculo diafragma.

b) É um processo ativo que ocorre por meio da contração dos músculos acessórios da expiração.

c) Inicialmente, é um processo passivo e , ao final da inspiração, é ativo.

d) É um processo ativo, realizado, principalmente, pela contração do músculo diafragma.

e) É um processo passivo e ativo, realizado, principalmente, pela contração do músculo diafragma e dos músculos acessórios.

Seção 3.2

Respostas cardiovasculares a vários tipos de exercícios

Diálogo aberto

Maria Vitória estava trabalhando na academia Viva com mais saúde, quando chegou um grupo de adolescentes que pretende ingressar em um programa de treinamento físico regular.

Eles têm como objetivo iniciar um grande time de futebol profissional, por isso, o grupo questionou Maria Vitória sobre quais testes são necessários para avaliar a performance física de cada um e, por meio destes dados, iniciar um programa de treinamento físico.

Com base em todas essas observações, convidamos você a ajudar Maria Vitória a resolver esta situação-problema, informando para o grupo qual é este teste e quais parâmetros podem ser avaliados.

Não pode faltar

Eletrocardiograma

O eletrocardiograma é um exame inventado pelo físico holandês Willem Einthoven, em 1902, sendo considerado um dos procedimentos mais utilizados no diagnóstico das doenças cardíacas, assim também como um exame auxiliar durante a avaliação física.

Na prática clínica, são empregados com frequência o eletrocardiograma de repouso de doze derivações e o de esforço de três derivações, tanto para crianças, adolescentes quanto para adultos. Existem casos com pequenas diferenças entre os traçados que não serão abordadas nesta disciplina, uma vez que são específicas para a interpretação do médico.

Figura 3.3 | Eletrocardiograma

Fonte: <https://goo.gl/Zn4w0w>. Acesso em: 20 dez. 2016

O eletrocardiograma é considerado um exame padrão ouro para o diagnóstico não invasivo das arritmias e dos distúrbios de condução, além de ser muito importante nos quadros isquêmicos coronarianos, constituindo-se em um marcador de doença cardíaca, empregado, em grande escala, pelos médicos como um exame fundamental para o diagnóstico dos pacientes, assim como para a liberação das pessoas interessadas a praticar qualquer tipo de atividade física.

É fundamental que todo educador físico que trabalhar com uma equipe médica realizando avaliação física e, principalmente, testes ergométricos tenha pelo menos um conhecimento mínimo sobre este importante exame, tendo condições de interpretá-lo. Agora, abordaremos, de forma sucinta, quais são as derivações eletrocardiográficas utilizadas durante este teste.

Eletrocardiograma em repouso

Inicialmente, abordaremos alguns detalhes do eletrocardiograma de repouso realizado com doze derivações, sendo que seis delas são chamadas de derivações periféricas, pois ficam longe do tórax do indivíduo avaliado. Os eletrodos são colocados nos braços e nas pernas, são elas: três derivações bipolares, três derivações unipolares e seis derivações pré-cordiais. Estas derivações recebem este nome pois estão localizadas no tórax do indivíduo ao redor do coração.

Figura 3.4 | Eletrocardiograma em repouso

Fonte: <https://goo.gl/Bv55Kb>. Acesso em: 20 dez. 2016

Derivações bipolares

As derivações bipolares recebem este nome pois são utilizadas nas derivações dos dois polos (positivo e negativo), chamadas de DI, DII e DIII, indicando a localização dos eletrodos. Na derivação DI, eles estão no braço direito e no esquerdo; na derivação DII, estão no braço direito e na perna esquerda; e na derivação DIII, estão no braço esquerdo e na perna esquerda.

Derivações unipolares

Já as derivações unipolares recebem este nome pois existe apenas um polo (positivo), sendo, então, chamadas de aVR, aVL e aVF. Na derivação aVR, o eletrodo está localizado no braço direito; na aVL, no braço esquerdo; e na aVF, na perna esquerda.

Função do eletrodo localizado na perna direita

Gostaríamos de chamar sua atenção quanto ao eletrodo colocado na perna direita do avaliado. Você sabe qual é a sua função?

Dentre os quatro eletrodos dispostos nos braços e nas pernas do avaliado, os eletrodos presentes nos braços direito e esquerdo e perna esquerda realmente captarão a atividade elétrica do coração por meio das derivações bipolares e unipolares, enquanto o eletrodo presente na perna direita funcionará como um fio terra, ou seja, a sua função é diminuir as interferências, melhorando a qualidade do traçado.

Derivações pré-cordiais

Conforme já abordado anteriormente, estas derivações estão próximas ao tórax e são chamadas de V_1, V_2, V_3, V_4, V_5, e V_6, sendo que apenas a derivação V1 está no lado direito, enquanto todas as outras estão localizadas no lado esquerdo, formando um semicírculo em volta do coração. Elas são assim organizadas:

V_1 – 4° espaço intercostal lado direito.

V_2 – 4° espaço intercostal lado esquerdo.

V_3 – Entre V_2 e V_4.

V_4 – 5° espaço intercostal esquerdo.

V_5 – Entre V_4 e V_6.

V_6 – Linha axilar média.

Eletrocardiograma de esforço

No eletrocardiograma de esforço, as derivações utilizadas são as seguintes: DII modificada, V_2 modificada e CM5 ou MC5. As derivações DII e V_2 são chamadas de modificadas, pois os eletrodos no eletrocardiograma de esforço são colocados em locais diferentes do que são no eletrocardiograma de repouso. Você sabe por que é feita esta alteração quanto à localização dos eletrodos? O problema durante o exercício físico é que existe uma grande movimentação dos braços e das pernas, o que prejudicaria muito o traçado eletrocardiográfico, caso os eletrodos continuassem colocados nestes locais e, por este motivo, durante o eletrocardiograma de esforço todos são organizados no tórax do avaliado. E na derivação CM5 são colocados três eletrodos localizados no manúbrio, rebordo costa direito e esquerdo.

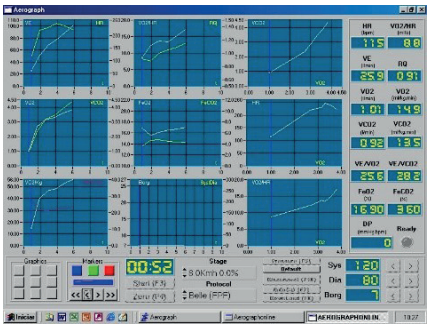
Figura 3.5 | Eletrocardiograma de esforço

Fonte: <https://goo.gl/ig0x0t>. Acesso em: 20 dez. 2016

Ergoespirometria

A ergoespirometria é um exame muito utilizado, pois consegue avaliar as variáveis clínicas, hemodinâmicas e respiratórias, refletindo os ajustes cardiovasculares e respiratórios decorrentes do exercício físico, sendo considerado padrão ouro para avaliar os atletas de várias modalidades e de várias idades, e auxiliando na elaboração de programas de treinamento físico.

Figura 3.6 | Ergoespirometria



Fonte: elaborada pelo autor.

Alguns dos principais parâmetros avaliados neste teste são: ventilação, consumo máximo de oxigênio, produção de gás carbônico, quociente respiratório e o pulso de oxigênio, entre outros tantos parâmetros.

Ventilação

Corresponde à quantidade de ar inspirada ou expirada durante um minuto, sendo medido em litros por minuto, tanto nas situações de repouso quanto no exercício físico. Os valores encontrados em repouso estão entre 6 a 8l/min no repouso e no esforço físico aumentam, muitas vezes podendo chegar até em torno de 120l/min para cerca de 150l/min após um período de treinamento físico.

Consumo máximo de oxigênio

É a quantidade máxima de oxigênio captada, transportada e metabolizada pelo organismo, estando diretamente relacionado com o débito cardíaco e a diferença arteriovenosa. Para a determinação do VO_2máx, são utilizadas três variáveis: fração de O_2 no ar inspirado, fração de CO_2 no ar expirado e volume de ar inspirado e expirado.

O VO_2 pode tanto ser considerado em termos absolutos, ou seja, não leva em consideração o peso corporal do indivíduo, sendo avaliado em l/min, quanto também em termos relativos. Nestas situações é considerado o peso corporal do indivíduo, sendo assim avaliado em ml/kg/min, ou seja, o quanto de oxigênio é consumido para cada quilograma que a pessoa possui. O ideal é que sempre seja utilizado o VO_2pico pois levaremos em consideração o peso corporal do sujeito.

A maioria das crianças não consegue atingir um platô quanto à captação de oxigênio durante um exercício físico máximo, não podendo, portanto, ser determinado o VO_2max. Então, nestes casos, o que pode ser determinado é o VO_2 pico.

Os adolescentes apresentam valores iniciais maiores de VO_2 pico do que os adultos, podendo ser atribuído a maior capacidade que têm para utilizar o oxigênio como substrato energético, devido a uma maior densidade mitocondrial, maior concentração e atividade catalítica de enzimas oxidativas, como também uma maior capilarização. Outra justificativa para o VO_2pico maior nas crianças é que entre os 7 e 12 anos de idade, estes indivíduos são fisicamente mais ativas, possibilitando, então, um aumento no sistema de captação de oxigênio.

Produção de gás carbônico

A produção de gás carbônico (Vco_2) é gerada através de duas fontes durante o exercício:

• Produção pelo metabolismo oxidativo, sendo que aproximadamente 75% do O_2 consumido é convertido em CO_2, retornando ao coração direito pelo sistema venoso e eliminado pelos pulmões.

• Fonte considerada não metabólica, resultante do sistema tampão do lactato em níveis elevados de exercício.

Quociente respiratório

Representa a relação entre a quantidade de produção de dióxido de carbono (CO_2) dividido pelo consumo máximo de oxigênio , devendo este parâmetro em repouso variar de 0,75 a 0,85. Por sua vez, no exercício máximo, por exemplo, a produção de CO_2 excede o VO_2 exibindo um quociente respiratório maior que 1,0 em torno de 1,2 ou 1,3, utilizado como indicação de que o esforço físico foi máximo, sendo também excelente durante o teste ergométrico como um ótimo indicador de fadiga muscular.

Pulso de oxigênio

Corresponde à quantidade de oxigênio consumida pelo miocárdio a cada batimento cardíaco. Em repouso, este valor deve estar entre 4 a 6 ml O_2/bpm e, no exercício máximo, entre 10 a 20ml O_2/bpm. Este teste indica a eficiência quanto ao transporte de oxigênio pelo coração, parâmetro muito importante, pois é uma avaliação não invasiva da função do ventrículo esquerdo durante o esforço físico.

Pesquise mais

Convidamos você a ler o artigo *Ergoespirometria. Teste de esforço cardiopulmonar, metodologia e interpretação*, pois ele o ajudará a entender os aspectos da ergoespirometria e de sua aplicação.

YAZBEK JR, P. et al. Ergoespirometria. Teste de esforço cardiopulmonar, metodologia e interpretação. In: **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 71, n. 5, São Paulo, nov., 1998. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.phpscript=sci_arttext&pid=S0066-782X1998001100014>. Acesso em: 25 out. 2016.

Ajustes cardiovasculares durante o exercício físico

Existem vários ajustes cardiovasculares que podem ser observados durante o exercício físico, dentre eles podemos destacar a frequência cardíaca, o volume sistólico e o débito cardíaco.

Figura 3.7 | Exercício físico e ajustes cardiovasculares

Fonte: <https://goo.gl/YBnT5U>. Acesso em: 20 dez. 2016

Frequência cardíaca

A frequência cardíaca (FC) é um dos parâmetros mais utilizados para auxiliar no controle de intensidade do treinamento físico. As crianças e os adolescentes apresentam maiores valores de FC basal do que adultos para uma mesma demanda de trabalho e isto pode ser explicado devido à presença de um mecanismo compensatório que atua na tentativa de atenuar a existência de um menor volume cardíaco e sanguíneo que, consequentemente, leva a criança a um menor volume de ejeção sistólico e, de acordo com o avanço da idade, a FC de repouso vai decrescendo.

Já os adolescentes apresentam um padrão muito semelhante aos adultos, diferentemente das crianças que apresentam maiores valores de FC tanto em repouso, quanto em atividade física.

Volume sistólico

As crianças apresentam um VS menor em repouso, diferente do que já foi abordado com relação à FC. O VS é menor nas crianças devido à presença de um menor volume ventricular quando comparado a adultos, porém, durante o exercício físico, o VS nas crianças tem um comportamento semelhante ao dos adultos, em função da redução na resistência periférica total que provoca uma queda na pressão arterial, auxiliando na ejeção do sangue.

A menor atividade sistólica nas crianças está relacionada com um menor volume cardíaco e sanguíneo, menor nível das catecolaminas circulantes e menor inotropismo das células miocárdicas.

Débito cardíaco

Conforme já abordado na seção anterior, o DC é a quantidade de sangue bombeada pelo coração a cada minuto. Em repouso, o DC está levemente reduzido em crianças e para compensar este DC reduzido existe um aumento da FC, mantendo em, aproximadamente, 5l/min para todas as idades. Além disso, este parâmetro pode chegar nos adultos até 25 l/min e nas crianças 15 l/min nos exercícios físicos máximos.

Assimile

Chamamos a sua atenção para saber se você conseguiu realmente assimilar estes importantes conceitos passados com relação aos ajustes cardiovasculares que ocorrem na frequência cardíaca, no volume sistólico e no débito cardíaco durante a realização do exercício físico.

Adaptações cardiovasculares após um período de treinamento físico

Existem adaptações que podem ser observadas após um período mínimo de seis meses ou mais de treinamento físico sistematizado e de forma progressiva, sendo evidentes nos sistemas cardiovascular, respiratório, musculoesquelético, endócrino e imunológico. Como o foco desta seção é o sistema cardiovascular, vamos nos ater a este sistema.

Para que ocorra alterações significativas no sistema cardiovascular, o treinamento físico deve respeitar os princípios da individualidade de cada participante, da especificidade, da duração, do volume e da intensidade.

Uma das adaptações que podem ser encontradas em resposta a um programa de treinamento físico realizado de forma eficiente é o aumento do peso, o volume sistólico, a espessura da parede e o tamanho da câmara do ventrículo esquerdo, podendo, então, afirmar que o músculo cardíaco sofre hipertrofia e esta alteração é uma adaptação fisiológica em resposta a um treinamento de resistência ou de força.

Um outro efeito do treinamento físico é a melhora no VO_2pico em torno de 10%, tanto em crianças quanto nos adolescentes, porém este valor é inferior quando comparado com os adultos.

A idade é um dos parâmetros que afeta a resposta cardiovascular, principalmente com relação ao VO_2, porém estas quedas só são percebidas em adultos. Quanto ao sexo, as meninas e as mulheres saudáveis não treinadas apresentam valores de VO_2máx mais baixos (20 a 25% menores) do que meninos e homens, enquanto atletas do sexo feminino apresentam valores apenas 10% mais baixo do que os do sexo masculino.

Reflita

Aproveitamos este momento para abordar um pouco sobre a história de Oded Bar-Or, nascido em Jerusalém, em 1937, e falecido em 2005. Ele foi um dos primeiros a estudar sobre a fisiologia do exercício em crianças, publicando mais de 180 pesquisas e escrevendo mais de dez livros sobre a fisiologia do exercício aplicada à pediatria.

Exemplificando

Chamamos a sua atenção quanto à importância dos testes abordados nesta seção, como o eletrocardiograma e a ergoespirometria.

A utilização do eletrocardiograma é fundamental durante a realização de um teste ergométrico para verificar se a criança ou o adolescente que iniciará uma atividade física regular realmente tem condições para participar de um programa deste tipo.

E quanto à utilização da ergoespirometria, ela nos dará importantes informações muito úteis para avaliar, por exemplo, se o treinamento realizado com as crianças ou os adolescentes está realmente sendo efetivo ou não.

Sem medo de errar

Nesta seção de hoje, Maria Vitória precisa responder quanto ao questionamento de um grupo de adolescentes sobre qual é o teste que pode ser realizado e quais são os parâmetros que darão subsídios para iniciar um programa de treinamento físico regular, pois os adolescentes querem ingressar em um grande time de futebol profissional.

Um dos testes muito utilizados parar este fim é a ergoespirometria. Dentro dos

parâmetros em que ele pode ser utilizado, podemos destacar dois deles: consumo máximo de oxigênio e o pulso de oxigênio.

Através da medida do consumo máximo de oxigênio, é possível avaliar como cada um dos adolescentes está quanto à sua performance física e traçar um programa de treinamento individualizado, realizando avaliações físicas periódicas, por exemplo: a cada dois meses, com a finalidade de acompanhar se o programa físico está sendo eficiente e quanto à melhora da performance. Outro parâmetro muito importante é o pulso de oxigênio, pois ele consegue fazer uma avaliação indireta da função ventricular esquerda, o que permite avaliar se o adolescente apresenta um problema cardíaco, que, neste caso, impediria a prática de atividade física.

Avançando na prática

VO_2 pico e seu significado

Descrição da situação-problema

Alcides é um adolescente submetido a um programa de treinamento físico durante oito meses. Tanto antes quanto após o treinamento, ele realizou uma série de testes com a finalidade de avaliar sua performance. O que foi observado após este período é que não houve nenhuma alteração com relação ao VO_2pico. Com base em todas estas informações, o que pode ter acontecido?

Resolução da situação-problema

Neste caso específico do adolescente Alcides, que após um período de oito meses de treinamento físico não apresentou nenhuma alteração com relação ao VO_2pico, o que com certeza aconteceu é que o protocolo de treinamento utilizado para ele não respeitou vários parâmetros fundamentais para o treinamento físico, como a escolha correta da duração, do volume e da intensidade do exercício físico.

A escolha da intensidade correta é um parâmetro fundamental que deve sempre ser respeitado. Nos casos em que não ocorre nenhuma alteração do VO_2pico, após um período de, no mínimo, dois meses de treinamento, significa que a intensidade escolhida estava abaixo do mínimo necessário para provocar um aumento no VO_2pico.

Faça valer a pena

1. O eletrocardiograma é um exame inventado pelo físico holandês Willem Einthoven, em 1902, sendo considerado um dos procedimentos mais utilizados para auxiliar no diagnóstico das doenças cardíacas.

Qual é o número de derivações utilizadas normalmente em um eletrocardiograma de repouso?

a) 12.

b) 11.

c) 10.

d) 13.

e) 14.

2. O pulso de oxigênio corresponde à quantidade de oxigênio consumida pelo miocárdio a cada batimento cardíaco. Em repouso, este valor deve estar entre 4 a 6ml O_2/bpm e, no exercício máximo, entre 10 a 20 ml O_2/bpm.

O que o pulso de oxigênio consegue medir e como é considerada a avaliação deste parâmetro?

a) Função do ventrículo direito durante o esforço físico – avaliação invasiva.

b) Função do átrio esquerdo – avaliação complexa.

c) Função do átrio direito e esquerdo – avaliação simples.

d) Função dos pulmões direito e esquerdo – avaliação simples.

e) Função do ventrículo esquerdo durante o esforço físico – avaliação não invasiva.

3. O débito cardíaco é definido com a quantidade de sangue bombeada pelo coração a cada minuto. Em repouso, o débito cardíaco está levemente reduzido em crianças e , para compensar este débito cardíaco reduzido, existe um aumento da frequência cardíaca.

Assinale a alternativa correta que apresenta qual é o valor do débito cardíaco máximo em crianças no exercício físico máximo.

a) 35l/min.

b) 15l/min.

c) 25l/min.

d) 55l/min.

e) 45l/min.

Seção 3.3

Respostas respiratórias ao exercício físico

Diálogo aberto

Durante esta semana, Maria Vitória foi visitar um grupo de professores de Educação Física que trabalha com crianças e adolescentes asmáticos, com o objetivo de proporcionar a iniciação à prática de exercícios físicos, buscando maior qualidade de vida para todas estas crianças e estes adolescentes.

Maria Vitória questionou o grupo de professores sobre qual é o exame que pode ser realizado para o acompanhamento de crianças e adolescentes asmáticos, a fim de saber quando e quanto realmente eles podem realizar atividades físicas regulares.

Com base em todas essas observações, convidamos você a ajudar os professores na resposta à Maria Vitória sobre qual é o teste que pode ser utilizado para avaliar a função respiratória, a partir de que idade, por que a manobra de ventilação voluntária máxima não é indicada para crianças e em qual circunstância podem realizar atividades físicas regulares.

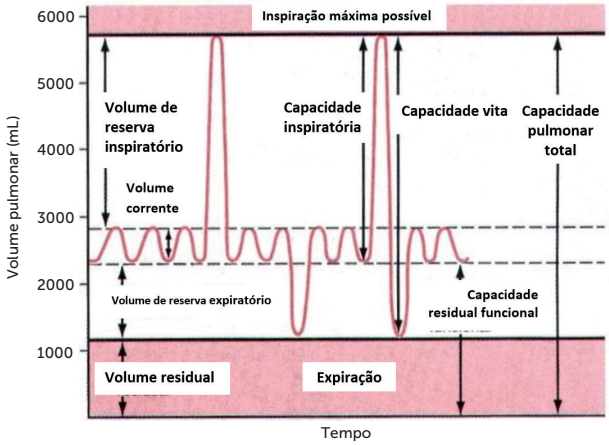
Não pode faltar

Ventilação pulmonar e ajustes respiratórios durante o exercício físico

Na Seção 3.1, abordamos sobre a mecânica respiratória e a ventilação pulmonar na situação de repouso. Nesta seção, focaremos, principalmente, nos volumes e nas capacidades pulmonares, além das alterações que ocorrem durante o exercício físico.

Todos os volumes e as capacidades pulmonares podem ser avaliados através de um aparelho chamado espirômetro. Os aparelhos mais novos são computadorizados, o que garante resultados muito mais confiáveis.

Figura 3.8 | Volumes e capacidades pulmonares



Fonte: adaptada de Powers e Howley (2014, p. 226).

Volumes pulmonares

Existem quatro volumes pulmonares:

- Volume corrente – é a quantidade de ar inspirada ou expirada em uma única respiração, correspondendo, aproximadamente, 500 ml.

- Volume de reserva inspiratório – é o volume de ar inspirado sob e além do volume corrente normal, equivalendo em torno de 3000 ml.

- Volume de reserva expiratório – é a quantidade de ar que pode ser expirada, forçadamente, após o término da expiração corrente normal, equivalendo em torno de 1100 ml.

- Volume residual – é o volume de ar que ainda permanece nos pulmões após uma expiração forçada, corresponde em torno de 1200 ml e este volume costuma normalmente estar aumentado nas crianças.

Capacidades pulmonares

As quatro capacidades pulmonares existentes são:

- Capacidade vital – é a maior quantidade de ar que pode ser inspirada ou expirada em um único movimento respiratório. Corresponde à soma do volume corrente, ao volume de reserva inspiratório e ao volume de reserva expiratório, equivalendo em torno de 4500ml.

O aumento da capacidade vital ocorre em termos de volume, de acordo com a idade e em proporção direta com o tamanho corporal, sendo maior nos indivíduos do sexo masculino do que os do feminino.

• Capacidade inspiratória – é o volume máximo de ar que pode ser inspirado além do volume corrente, correspondendo à soma do volume corrente e do volume de reserva inspiratório, equivalendo em torno de 3500ml.

• Capacidade residual funcional – é o volume de ar que ainda permanece nos pulmões após uma expiração normal, correspondendo à soma do volume de reserva expiratório mais o volume residual, equivalendo em torno de 2300ml.

• Capacidade pulmonar total – é o volume máximo de ar que o pulmão e o tórax podem alcançar, corresponde à soma de todos os volumes pulmonares, ou seja, a soma do volume corrente, volume de reserva inspiratório, volume de reserva expiratório e volume residual, equivalendo em torno de 5800 ml.

Todos os volumes e as capacidades pulmonares são maiores nas crianças e nos adolescentes e tendem a aumentar de acordo com o crescimento do indivíduo. Estes valores máximos são alcançados aos 25 anos nos homens e 20 anos nas mulheres, portanto, a função pulmonar (volumes e capacidades pulmonares) da criança e do adolescente sofre interferência de fatores, como altura, idade, peso e sexo. Durante o processo de crescimento e desenvolvimento, o peso corporal só tem realmente mais importância nos casos de crianças e adolescentes muito magros ou então muito gordos. Todos os volumes e todas as capacidades pulmonares são cerca de 20 a 25% menores na mulher do que no homem.

Reflita

Convidamos você a refletir sobre um teste considerado padrão ouro para avaliar a função respiratória, a espirometria. Você conseguirá adquirir várias informações por meio da leitura do artigo *Provas de função pulmonar em crianças e adolescentes*.

RODRIGUES, J. C. et al. Provas de função pulmonar em crianças em adolescentes. In: **J Pneumol 28** (Supl 3), 2002. Disponível em: <http://www.jornaldepneumologia.com.br/PDF/Suple_141_45_1010%20Provas%20de%20fun%E7%E3o%20pulmonar%20em%20crian%E7as%20e%20adolescentes.pdf>. Acesso em: 5 nov. 2016.

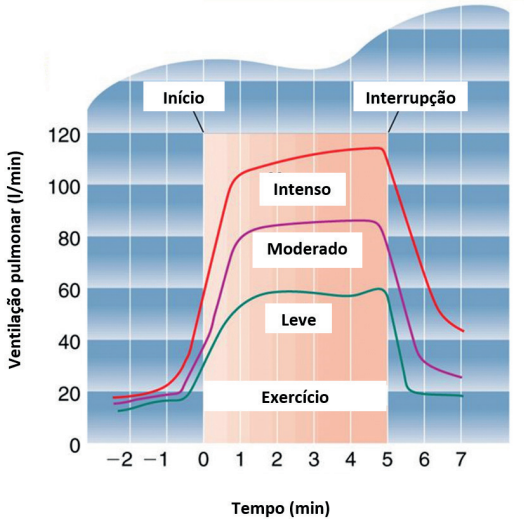
Frequência respiratória

A frequência respiratória em repouso tende a cair progressivamente durante toda a infância. Em algumas pesquisas foi comprovado que entre os 6 e 17 anos, a frequência respiratória cai nos meninos em quase 50% do seu valor.

Segue relação de algumas faixas etárias e as suas respectivas frequências respiratórias:

- Crianças (de 1 a 7 anos): 18-30 respirações por minuto.
- Pré-adolescentes: 20-30 respirações por minuto.
- Adolescentes: 18-26 respirações por minuto.
- Adultos: 12-20 respirações por minuto.
- Adultos com mais de 65 anos: 12-28 respirações por minuto.
- Idosos com mais de 80 anos: 10-30 respirações por minuto.

Figura 3.9 | Ventilação durante o exercício físico



Fonte: adaptada de Kenny, Wilmore e Costill (2001, p. 261).

A ventilação durante o exercício físico sofre dois tipos de modificações, sendo que o primeiro é mais rápido e mais acentuado seguido de uma elevação mais gradual e contínua, tanto da ventilação quanto com relação à frequência respiratória. Esta alteração pode ser observada em um exercício leve, moderado, e em um exercício intenso, como pode ser encontrado na Figura 3.9.

Este aumento inicial é produzido por meio da mecânica da movimentação corporal. No momento que inicia o exercício, o córtex motor transmite impulsos para o centro inspiratório provocando um aumento da respiração. Já o segundo aumento, mais gradual, está relacionado com a elevação da temperatura e com a condição química do sangue. Com a progressão do exercício físico, o metabolismo muscular aumentado produzirá mais calor, dióxido de carbono e íons hidrogênio. Todos estes fatores em conjunto aumentarão a descarga de oxigênio para os músculos, fazendo, então, que a diferença arteriovenosa de oxigênio cresça. Ocorre também um aumento

do dióxido de carbono no sangue e nos íons hidrogênio, sendo detectado pelos quimiorreceptores que estimularão o centro inspiratório, ampliando tanto a ventilação quanto a frequência respiratória.

Quando o exercício é interrompido, os músculos em atividade voltam rapidamente para as situações muito próximas, as de repouso, enquanto a ventilação pulmonar tende a normalizar lentamente. Existem algumas situações possíveis de estar presentes com uma criança ou um adolescente que pode prejudicar a prática do exercício físico, comprometendo, assim, o seu desempenho, como:

• Dispneia – a sensação de dispneia durante o exercício físico é muito comum em crianças e adolescentes mal condicionados fisicamente.

• Hiperventilação – quanto mais destreinado é o indivíduo, seja criança ou adolescente, maior é o aumento da ventilação, o que muitas vezes pode prejudicar a continuação do exercício físico.

• Manobra de valsalva – é um procedimento realizado em situações em que é necessário o levantamento de um peso elevado. Nesta manobra ocorre o fechamento da glote, aumento da pressão intra-abdominal, forçando a contração dos músculos diafragma e abdominais, como também o aumento da pressão intratorácica em função da contração forçada dos músculos respiratórios. O aumento das pressões intra-abdominal e intratorácica provoca uma restrição do retorno venoso, ocasionando um colapso das grandes veias. Caso a manobra seja mantida por um período muito grande de tempo, ocorrerá então uma redução do volume sistólico, diminuindo também o débito cardíaco. Esta manobra não deve ser realizada frequentemente pelos adolescentes e, principalmente, pelas crianças, como também por pessoas que apresentam alguma limitação cardiovascular.

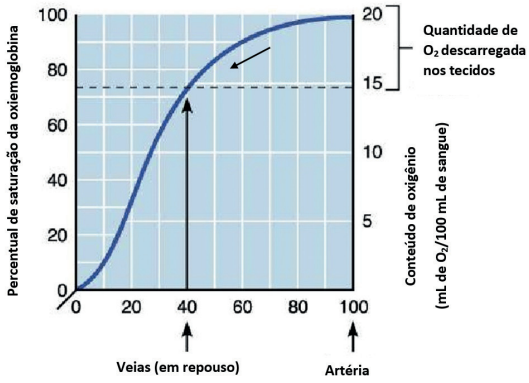
Exemplificando

Aproveitamos este momento para falar sobre um pesquisador considerado um grande exemplo dos pioneiros na pesquisa sobre o sistema pulmonar, Karl Wasserman, que muito contribuiu com os estudos do metabolismo, o funcionamento do sistema respiratório durante o exercício físico, as alterações induzidas pelo exercício na ventilação, o conteúdo dos gases e o limiar anaeróbico.

Transporte de oxigênio e dióxido de carbono

Tanto o oxigênio quanto o dióxido de carbono são transportados em forma de gases dissolvidos no sangue, porém a maior parte de oxigênio (99%) e de dióxido de carbono é transportada em combinação com a hemoglobina. A concentração normal da hemoglobina para adultos é em média de 150g para cada litro de sangue.

Figura 3.10 | Curva de associação e dissociação da oxiemoglobina



Fonte: adaptada de Powers e Howley (2014, p. 231).

A combinação do oxigênio com a hemoglobina no pulmão é chamada de carga, enquanto a liberação do oxigênio com a hemoglobina é denominada descarga (curva de associação e dissociação da oxiemoglobina). Os fatores que determinarão em qual direção esta reação ocorrerá estão relacionados com a pressão parcial de oxigênio e com a afinidade ou a força de ligação entre a hemoglobina e o oxigênio. Quando a pressão parcial de oxigênio está alta, ocorre então um deslocamento da curva para a direita em direção à carga. No caso de uma pressão parcial de oxigênio baixa, a reação será deslocada para a esquerda, ou seja, a descarga.

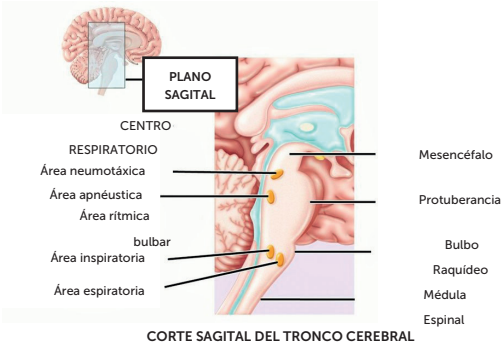
Portanto, o formato desta curva está sempre de acordo com as necessidades de transporte de oxigênio do ser humano. Nos exercícios, por exemplo, as pequenas quedas da pressão parcial do oxigênio provocarão um grande aumento da liberação de oxigênio a partir da hemoglobina.

Regulação da respiração

A regulação normal da respiração durante o repouso e o exercício físico permitirá a manutenção da homeostase, através de um conteúdo normal de oxigênio, garantindo também a manutenção do equilíbrio ácido-básico normal.

Já abordamos na Seção 3.1 como a respiração ocorre durante a situação de repouso (ventilação pulmonar), quais são os músculos envolvidos neste processo. Agora, estudaremos a forma que ocorre este controle pelos motoneurônios e como esta atividade neural motora é controlada pelo centro respiratório localizado no bulbo.

Figura 3.11 | Centro respiratório



Fonte: adaptada de Tortora (2011, p. 800)

Centro respiratório

O centro respiratório é formado por um grupo de neurônios, divididos em três áreas localizadas bilateralmente no tronco encefálico nas regiões que compreendem o bulbo e a ponte. Estas são chamadas de: área de ritmicidade medular (área inspiratória e área expiratória), área pneumotáxica e área apnêustica.

Este centro respiratório é estimulado em repouso e no exercício físico de duas formas: neural e humoral.

A estimulação neural está relacionada com a estimulação aferente ou eferente do centro de controle respiratório, através de neurônios excitados por estímulos que não eram transmitidos pelo sangue. Já a estimulação humoral do centro de controle respiratório está relacionada com alguns estímulos transmitidos pelo sangue através dos quimioceptores (humorais, centrais e periféricos).

Área de ritmicidade medular

Esta área tem como função controlar o ritmo básico da respiração e dentro dela existem neurônios inspiratórios e expiratórios. Os impulsos nervosos gerados na área inspiratória estabelecerão o ritmo básico da respiração. Enquanto esta área estiver ativa, os impulsos estão sendo gerados por aproximadamente dois segundos e, ao final deste período, esta área fica inativa, sendo que neste momento os músculos relaxam durante três segundos, proporcionando a retração elástica passiva dos pulmões e da parede torácica.

Já os neurônios da área expiratória estão inativos durante a respiração normal, sendo ativados durante a respiração forçada, ou seja, durante a atividade física, estes impulsos provocam a contração dos músculos intercostais internos e dos músculos abdominais que proporcionarão a diminuição do tamanho da cavidade torácica,

levando à expiração forçada.

Área pneumotáxica

Esta área também ajuda a controlar a transição entre a inspiração e a expiração, tendo como principal função desligar a área inspiratória antes que os pulmões fiquem muito cheios de ar. Quanto mais ativa for esta área, mais rápida será a frequência respiratória.

Área apnêustica

Esta é outra área que também coordena a transição entre a inspiração e a expiração, enviando estímulos para a área inspiratória que prolongará a inspiração, tendo como resultado um prolongamento da inspiração e de sua intensidade, porém quando a área pneumotáxica estiver ativa, os sinais da área apnêustica serão anulados.

No momento em que o exercício é iniciado, ocorre um aumento abrupto na ventilação pulmonar devido às alterações neurais que enviam os impulsos para a área inspiratória. Já o aumento mais gradual que acontece na ventilação durante o exercício moderado é devido às alterações químicas que ocorrem no sangue. Nos exercícios moderados, há maior aumento na intensidade da respiração do que na frequência respiratória, já nos casos em que o exercício é mais vigoroso, tem-se um aumento também na frequência respiratória.

Ao final do exercício, há uma grande queda na ventilação pulmonar, acompanhada por um declínio mais lento até o término do exercício por completo. Esta redução inicial está relacionada com as alterações nos fatores neurais no momento em que o movimento para ou diminui, enquanto a fase mais gradual é referente ao retorno mais lento dos níveis relacionados com a composição química.

Assimile

Aproveitaremos este momento para fixar os principais conceitos com relação à regulação da respiração no exercício físico:

- Tanto a frequência respiratória quanto a intensidade da ventilação mudarão em resposta à intensidade e à duração do exercício.

- O grande aumento da ventilação no início do exercício está relacionado com as alterações neurais, enquanto que o aumento mais gradual na ventilação durante o exercício moderado está ligado às alterações químicas e físicas na corrente sanguínea.

Regulação respiratória do equilíbrio ácido-básico

A atividade física intensa resultará na produção e no acúmulo de ácido lático e íons hidrogênio. Dependendo da situação, estes componentes que estão aumentados comprometerão o metabolismo energético, além de ocasionar a redução da força contrátil do músculo, prejudicando, assim, o equilíbrio ácido-básico.

Existem vários fatores relacionados com a regulação do equilíbrio ácido-básico, mas que não serão abordados aqui neste momento. O nosso foco é estudar o papel do sistema respiratório durante e imediatamente após o exercício físico.

Existem tampões que atuam para o equilíbrio na regulação ácido-básico, agindo sempre após a modificação no pH. Qualquer alteração na concentração dos íons hidrogênio estimularão o centro respiratório, provocando um aumento na ventilação alveolar, fazendo que o dióxido de carbono seja eliminado do sangue.

Durante a realização do exercício físico, a regulação do pH é mais difícil em função de uma maior concentração dos íons hidrogênio, devido à grande produção de dióxido de carbono e ácido lático.

Vários dados obtidos em pesquisa indicam que os adultos, em geral, conseguem tolerar temporariamente os distúrbios no equilíbrio ácido-básico durante o exercício máximo, até um pH no sangue em torno de 6.80. Nestas situações, o indivíduo apresentará náuseas, cefaleias, vertigem e dor em todos os músculos envolvidos no exercício físico.

Podemos concluir que os padrões básicos da resposta ventilatória ao exercício são semelhantes, tanto nas crianças e nos adolescentes, quanto nos adultos, porém existem algumas características anatômicas e funcionais nas crianças com idades pré-púbere que acabam distinguindo estas alterações ventilatórias durante a realização do exercício físico. Comparado com os adultos, estas diferenças foram apresentadas ao longo de toda esta seção.

Pesquise mais

O artigo *Comportamento cardiorrespiratório em crianças saudáveis durante o exercício progressivo máximo* ajudará você a entender todos as respostas respiratórias das crianças frente ao exercício físico comparado com os adultos.

PRADO, D. M. L. et al. Comportamento cardiorrespiratório em crianças saudáveis durante o exercício progressivo máximo. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 94, n. 4, p. 493-499, 2010. Disponível em: <http://www.producao.usp.br/bitstream/handle/BDPI/2822/art_PRADO_Comportamento_cardiorrespiratorio_em_criancas_saudaveis_durante_o_2010.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 5 nov. 2016.

Sem medo de errar

Nesta seção o grupo de professores precisa responder para Maria Vitória qual é o teste que pode ser utilizado para avaliar a função respiratória, a partir de que idade, por que a manobra de ventilação voluntária máxima não é indicada para crianças e quando as que têm asma podem ou não realizar atividades físicas regulares.

Antes de começar a responder a esta situação-problema, eu convido você a fazer a leitura deste artigo

Atividade Física para Portadores de Asma, pois ele ajudará você a responder a esta **situação-problema**. Disponível em: <http://www.jornaldepneumologia.com.br/PDF/Suple_141_45_1010%20Provas%20de%20fun%E7%E3o%20pulmonar%20em%20crian%E7as%20e%20adolescentes.pdf>. Acesso em: 5 nov. 2016.

O teste considerado como padrão ouro para avaliar a função respiratória é a espirometria, sendo indicado sua utilização para crianças a partir de 6 anos de idade, mas sempre com o acompanhamento do examinador.

A manobra de ventilação voluntária máxima não é indicada para crianças, pois é um teste que necessita da compreensão e colaboração do avaliado.

As atividades físicas aeróbicas, como ciclismo, corridas de longa duração e natação são bastante indicadas para a prática do asmático, além das atividades mistas (aeróbias e anaeróbias), como futebol, basquete, vôlei, indicadas desde que a criança ou adolescente tenha interesse e vontade para a realização desta prática. Isso acaba tornando esta atividade física bastante prazerosa, trazendo muitos benefícios físicos, cognitivos, emocionais e sociais.

É importante frisar que as crianças e os adolescentes com asma não precisam e não devem ser dispensados das aulas de Educação Física, a única coisa que precisa ser feita é respeitar a individualidade e seus limites clínicos, observando sempre a progressão do esforço com relação ao volume e à intensidade da atividade.

Avançando na prática

Descrição da situação-problema

Alexandre é uma criança de 10 anos, filho de um halterofilista de renome internacional. Há um ano ele vem realizando um treinamento de força bastante pesado para a sua idade, três vezes por semana. Com base em todas estas informações, por que este tipo de treinamento é contraindicado para esta idade?

Resolução da situação-problema

Este tipo de treinamento é contraindicado para esta idade, pois, ao levantar um grande peso, Alexandre está realizando a manobra de valsalva, em que ocorre o fechamento da glote, aumento da pressão intra-abdominal, forçando a contração dos músculos diafragma e abdominais e o aumento da pressão intratorácica em função da contração forçada dos músculos respiratórios. Isso provoca, assim, uma restrição do retorno venoso, ocasionando um colapso das grandes veias.

Quando a manobra é mantida por um período muito grande de tempo, ocorrerá então uma redução do volume sistólico, diminuindo também o débito cardíaco. Portanto, não deve ser realizada em crianças, ou seja, não é indicado para estes indivíduos o levantamento de grandes cargas.

Faça valer a pena

1. Os volumes e as capacidades pulmonares são maiores nas crianças e nos adolescentes e tendem aumentar de acordo com o crescimento do indivíduo. Estes valores máximos são alcançados aos 25 anos nos homens e 20 anos nas mulheres, portanto, a função pulmonar (volumes e capacidades pulmonares).

Qual é o nome do aparelho que avalia os volumes e as capacidades pulmonares?

a) Eletrocardiograma.

b) Ressonância magnética.

c) Ergoespirometria.

d) Holter.

e) Espirômetro.

2. Existem valores diferentes da frequência respiratória, de acordo com algumas faixas etárias, como em crianças, pré-adolescentes, adolescentes, adultos e adultos com mais de 65 anos, a frequência respiratória em repouso tende a cair a partir da fase adulta.

Assinale a alternativa que apresenta qual é a faixa da frequência respiratória para crianças de um a sete anos:

a) 10-20 respirações por minuto.

b) 18-30 respirações por minuto.

c) 30-40 respirações por minuto.

d) 20-30 respirações por minuto.

e) 12-16 respirações por minuto.

3. A combinação do oxigênio com a hemoglobina no pulmão é chamada de curva de associação e dissociação da oxiemoglobina. O formato da curva de associação e dissociação da oxiemoglobina está sempre de acordo com as necessidades de transporte de oxigênio.

Assinale a alternativa que apresenta o que acontece com a curva de associação e dissociação da oxiemoglobina durante o exercício, quando ocorre pequenas quedas da PO_2:

a) Grande diminuição da liberação de O_2 a partir da hemoglobina.

b) Queda da liberação de CO_2.

c) Grande aumento da liberação de O_2 a partir da hemoglobina.

d) Não ocorre nenhuma alteração com relação ao O_2.

e) Aumento da liberação de CO_2.

Referências

BIOLOGIA. **Biologia – Fisiologia – O coração**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Hf23USnHDjc>. Acesso em: 22 out. 2016.

CAMPANA, E. M. G. et al. **Pré-hipertensão em crianças e adolescentes**. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Andrea_Brandao/publication/255640615_Pr-hipertenso_em_crianas_e_adolescentes/links/54231f110cf290c9e3ae278b.pdf>. Acesso em: 22 out. 2016.

CURI, T. C. P. **Fisiologia do exercício**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013.

GHORAYEB, N.; DIOGUARDI, G. S. **Tratado de cardiologia do exercício e do esporte**. São Paulo: Atheneu, 2007.

MCARDLE, W. D; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do exercício:** energia, nutrição e desempenho humano. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.

POWERS, S. K. HOWLEY, E. T. **Fisiologia do exercício:** teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho. 8. ed. São Paulo: Manole, 2014.

PRADO, D. M. L. et al. Comportamento cardiorrespiratório em crianças saudáveis durante o exercício progressivo máximo. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 94, n. 4, p. 493-499, 2010. Disponível em: <http://www.producao.usp.br/bitstream/handle/BDPI/2822/art_PRADO_Comportamento_cardiorrespiratorio_em_criancas_saudaveis_durante_o_2010.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 5 nov. 2016.

RODRIGUES, J. C. et al. **Provas de função pulmonar em crianças e adolescentes**. Disponível em: <http://www.jornaldepneumologia.com.br/PDF/Suple_141_45_1010%20Provas%20de%20fun%E7%E3o%20pulmonar%20em%20crian%E7as%20e%20adolescentes.pdf>. Acesso em: 5 nov. 2016.

ROWLAND, T. W. **Fisiologia do exercício na criança**. São Paulo: Manole, 2008.

SCHWARTZ, G. M. **Educação física no ensino superior:** atividades recreacionais. 2. ed Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011.

TORTORA, G. J. **Princípios de anatomia humana**. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011.

WILMORE, J. H.; COSTILL, D. L. **Fisiologia do esporte e do exercício**. 5. ed. São Paulo: Manole, 2013.

YAZBEK JR, P. et al. Ergoespirometria. Teste de esforço cardiopulmonar, metodologia e interpretação. In: **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**. v. 71, n. 5, São Paulo, nov., 1998. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0066-782X1998001100014>. Acesso em: 25 out. 2016

Respostas hormonais ao exercício físico na infância e na adolescência

Convite ao estudo

O assunto que será trabalhado nesta quarta unidade está relacionado com as respostas do sistema hormonal frente ao exercício físico em crianças e adolescentes. Estes conteúdos darão condições para você, aluno, entender todos os processos fisiológicos envolvidos com a criança e com o adolescente durante um exercício físico.

O objetivo desta unidade é despertar em você, futuro profissional da Educação Física, o interesse, a capacidade de interpretação e o entendimento de todos os processos relacionados com o sistema hormonal e o exercício físico.

Maria Vitória formou-se em Educação Física há cinco meses e, logo que terminou seus estudos, ela já começou a trabalhar na academia Viva com mais saúde, especializada em atividades físicas para crianças e adolescentes.

Em cada seção desta unidade, ela passará por uma situação-problema diferente, que a obrigará a utilizar todos os conhecimentos já adquiridos no decorrer do curso e, em específico, na referida disciplina, dando subsídios para que você tenha condições de resolver todas estas situações do dia a dia, relacionadas com a sua futura profissão.

Na Seção 3.1 desta unidade, será abordado o papel dos hormônios por meio do estudo da homeostase e das estruturas químicas dos hormônios, da síntese, do armazenamento e da secreção de hormônios, da hipófise e a relação com o hipotálamo, além dos hormônios da hipófise anterior e posterior.

Na Seção 3.2, serão trabalhadas as respostas hormonais durante o exercício físico, a partir do estudo dos hormônios do crescimento e tireoestimulante, hormônios adrenocorticotrófico, prolactina e gonadotróficos, hormônios tireoideos, paratireoideos, suprarrenais e pancreáticos.

Na Seção 3.3, por sua vez, serão estudadas as respostas hormonais pós-treinamento e as patologias por meio da compreensão dos hormônios da hipófise anterior, posterior, síndrome metabólica e diabetes, obesidade e outras patologias.

Seção 4.1

Papel dos hormônios

Diálogo aberto

Nesta semana, Maria Vitória estava trabalhando na academia Viva com mais saúde, quando recebeu uma visita de duas professoras da faculdade na qual ela estudou. As docentes a convidaram para ministrar uma palestra durante o ciclo de estudos, referente à semana de Educação Física sobre *O papel dos hormônios para as crianças e os adolescentes*.

Com base em todas estas informações, convidamos você a ajudar Maria Vitória na elaboração desta palestra, abordando o papel dos hormônios para as crianças e os adolescentes e como ocorre a maturação sexual.

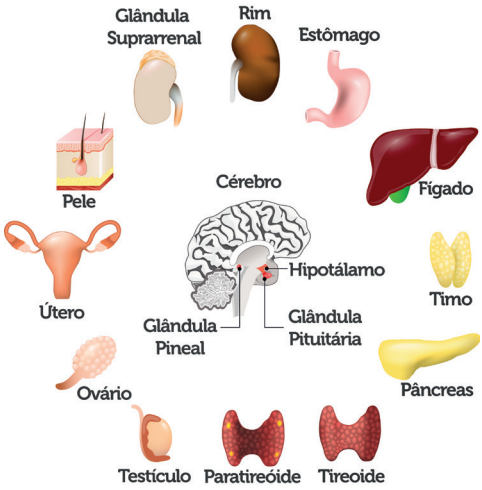
Não pode faltar

Homeostase e estruturas químicas dos hormônios

Você sabia que os hormônios têm efeitos considerados muito poderosos? E que a concentração deles é sempre muito baixa?

A grande maioria dos hormônios tem ação em apenas alguns tipos de células, o que significa, então, que existe uma especificidade entre eles e as células, porém todos os hormônios circulam através da corrente sanguínea por todo o corpo, afetando só as chamadas células-alvo. A ligação do hormônio com a sua respectiva célula-alvo só ocorre através dos receptores.

Figura 4.1 | Órgãos-alvo



Fonte: <https://goo.gl/h3qBRo>. Acesso em: 10 fev. 2017

Para cada célula-alvo existe de 2.000 a 100.000 receptores para um determinado hormônio específico. Nos casos em que o hormônio está em excesso, geralmente ocorrerá uma diminuição na quantidade dos receptores, produzindo, então, uma queda na reatividade das células-alvo ao hormônio, enquanto que, quando um hormônio está em pequena concentração, ocorrerá, assim, o aumento na quantidade dos receptores, deixando o tecido-alvo mais apto.

A maioria dos hormônios é liberado em grandes quantidades, porém em um espaço muito curto de tempo. A regulação da secreção hormonal tem como principal função manter a homeostasia, impedindo, portanto, uma possível produção em excesso ou então uma pequena produção.

Assimile

Convido-o a refletir, a partir da leitura do parágrafo a seguir, sobre como é a forma de atuação dos hormônios:

Todos os hormônios sempre exercem as suas ações através das células-alvo ou dos tecidos-alvo e esta interação é exclusiva entre os hormônios e os receptores específicos, estando localizados na membrana celular ou no interior da célula.

Síntese, armazenamento e secreção de hormônios

A secreção hormonal ocorre através de estímulos, que podem ser cíclicos ou rítmicos de vários tipos, como ritmo circadiano (diário), ultradiano (horas), circalunar

(mensal). Esta secreção está baseada na regulação do tipo feedback, podendo ser simples, de alça longa, curta ou ultracurta. Além disso, este feedback pode ser tanto positivo quanto negativo, ou seja, no caso positivo ocorrerá a liberação e, no caso negativo, a inibição.

Reflita

Convidamos você a refletir sobre a importância da transição entre a infância e a adolescência, pois é neste período em que ocorre a liberação de uma série de hormônios fundamentais para o crescimento e o desenvolvimento de todo os indivíduos.

Hipófise e a relação com o hipotálamo

O hipotálamo é considerado o principal ponto de integração entre o sistema nervoso e o endócrino. Está localizado no encéfalo, abaixo do tálamo, e é ele quem regula grande parte das funções da hipófise.

A hipófise também é conhecida como glândula pituitária, localizada na base do encéfalo. É uma glândula com um tamanho semelhante a uma ervilha, em torno de 1 cm de diâmetro, e pesa de 0,5 a 1 grama; já foi considerada como uma glândula mestra, ou seja, secreta hormônios responsáveis pelo controle do funcionamento de outras glândulas e, atualmente, é considerada um retransmissor entre os centros de controle, tanto do sistema nervoso central quanto das glândulas endócrinas periféricas.

Figura 4.2 | Hipófise

Fonte: <https://goo.gl/G6AgKm>. Acesso em: 10 fev. 2017

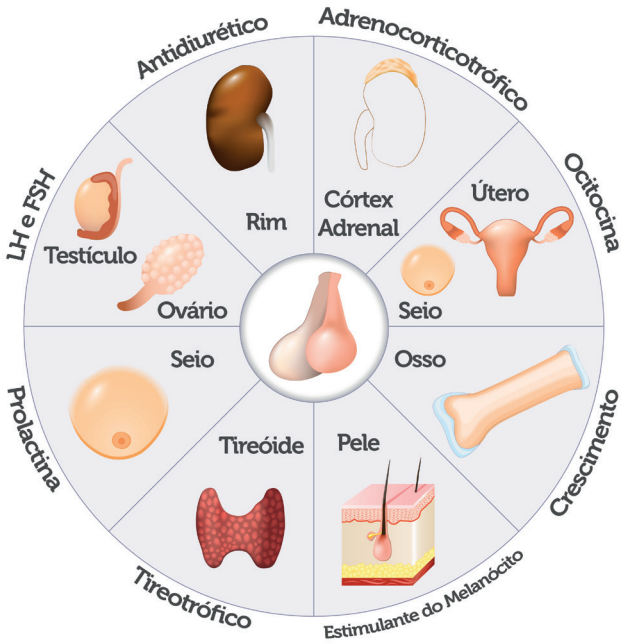
Ela é composta por três lobos: anterior, posterior e intermediário, sendo que o intermediário tem um tamanho pequeno, não apresentando nenhuma função importante, diferentemente do anterior e do posterior que desempenham funções endócrinas muito consideráveis, como a regulação de crescimento, desenvolvimento, metabolismo e homeostasia, entre outras tantas atividades.

Hormônios da hipófise anterior e da hipófise posterior

A hipófise apresenta duas partes separadas anatomicamente e funcionalmente: a hipófise anterior e posterior.

A hipófise anterior secreta os hormônios que atuarão no controle e no funcionamento de outras glândulas endócrinas, enquanto a hipófise posterior armazena os hormônios produzidos pelo hipotálamo.

Figura 4.3 | Hipófise anterior e posterior



Fonte: <https://goo.gl/cqEYNM>. Acesso em: 10 fev. 2017

Hipófise anterior

A hipófise anterior também é conhecida como adeno hipófise e representa em torno de 75% do peso total da glândula, responsável por secretar seis hormônios, em resposta a fatores liberadores, através de hormônios liberadores, e a fatores inibidores, pelos hormônios inibidores, secretados pelo hipotálamo. Ela tem uma ampla variedade de funções relacionadas, por exemplo, desde o crescimento até a reprodução.

A comunicação entre o hipotálamo e a hipófise anterior é realizada através de um sistema circulatório muito especializado que realiza o transporte dos hormônios liberadores e inibidores do hipotálamo para a hipófise anterior, atuando imediatamente nas células da hipófise anterior, antes que os hormônios sejam destruídos ou diluídos na circulação.

Dos seis hormônios da hipófise anterior, quatro deles são hormônios tróficos, ou seja, eles conseguem influenciar o funcionamento de outras glândulas endócrinas. As únicas exceções são os hormônios do crescimento e a prolactina.

Os hormônios secretados pela hipófise anterior são:

- Hormônio do crescimento.
- Hormônio tireoestimulante.
- Hormônio folículo-estimulante e luteinizante.
- Prolactina.
- Hormônio adrenocorticotrófico.

Hormônio do crescimento

O hormônio do crescimento, chamado também de somatotropina, secretado pelas células somatotrofos, é responsável por estimular o crescimento geral do corpo e a reprodução celular como um todo, e por regular diversos aspectos do metabolismo. Além disso, ele promove o desenvolvimento, o aumento de todos dos tecidos do corpo até a maturação, como também o aumento da taxa da síntese proteica, mobilização de gorduras e a utilização de carboidratos.

O órgão-alvo para este hormônio são todas as células do corpo e as principais ações são: estímulo de fígado, músculo, ossos e outros tecidos, através da promoção do crescimento das células em nosso corpo; síntese proteica; reparo tecidual; lipólise e elevação na concentração de glicose sanguínea.

A maior quantidade de secreção é dada através de pulsos ou picos várias vezes ao dia, sendo que cada um dura aproximadamente de 10 a 30 minutos e o maior de todos eles costuma ser por volta de duas horas após o indivíduo se deitar.

Tanto o padrão quanto a quantidade de secreção deste hormônio mudarão ao longo da vida humana. Estes níveis basais são máximos na infância, enquanto a amplitude e a frequência dos picos atingem os maiores valores durante a adolescência. As crianças e os adolescentes apresentam uma média de oito picos a cada 24 horas, enquanto que nos adultos ocorre uma média de cinco picos. Portanto, tanto os níveis basais, a frequência e a amplitude dos picos diminuirão durante a vida adulta.

Pesquise mais

Este artigo ajudará você a entender um pouco mais sobre o hormônio do crescimento e a sua importância:

MARCHISOTTI, F. G. et. al. Tratamento da deficiência do hormônio de crescimento (GH) em crianças: comparação entre o uso de canetas versus frascos/seringas para a aplicação do GH. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, ano 11, v. 51, n. 7, p. 1093-1096, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/abem/v51n7/a11v51n7.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2016.

Hormônio tireoestimulante

Antes de abordar sobre o hormônio tireoestimulante, estudaremos um pouco sobre a tireoide, localizada ao longo da linha média do pescoço, abaixo da laringe, secretando três hormônios, sendo que dois deles regulam o metabolismo em geral em todo o nosso corpo: a triiodotironina (T3), a tiroxina (T4) e o hormônio calcitonina, cujo papel é auxiliar no metabolismo do cálcio.

O hormônio tireoestimulante, também chamado de tirotropina, controla as secreções e outras atividades da glândula tireoide, sendo secretado pelos tireotrofos e tem como órgão-alvo a tireoide e sua principal função é a síntese e a secreção dos hormônios tireoidianos (tiroxina e triidotironina). Pela glândula tireoide estes dois hormônios conseguem aumentar a taxa metabólica de praticamente quase todos os tecidos e a taxa metabólica basal do organismo em de 60% a 100%. Além destas funções, estes hormônios também provocam aumento:

- Da síntese proteica.
- Da quantidade e do tamanho das mitocôndrias em quase todas as células.
- Da glicólise e da glicogenólise.
- Da mobilização lipídica através da elevação de ácidos graxos livres para oxidação.

Exemplificando

Aproveitaremos este momento para dar dois exemplos de doenças que afetam as crianças e são relacionadas à tireoide:

- Hipotireoidismo: muito comum na criança, sendo que os principais sintomas são: ganho de peso, sonolência extrema, queda de cabelo e atraso no crescimento. Existe uma outra alteração que pode ser observada

na puberdade, sendo marcada por atrasos no desenvolvimento dos sinais puberais.

- Hipertireoidismo: pode afetar crianças e adolescentes. Neste caso, há a produção em excesso dos hormônios T3 e T4, sendo comum o aparecimento do bócio e alguns sintomas, como: alterações de humor, calor em excesso, suor nas mãos, emagrecimento, tremores e batimento cardíaco aumentado.

Já o hormônio calcitonina reduz a concentração plasmática de cálcio, atuando principalmente nos ossos e nos rins, sendo que nos ossos inibirá a atividade dos osteoclastos, células que reabsorvem o osso, inibindo então a perda óssea . Já nos rins, provoca o aumento da excreção urinária do cálcio a partir da redução da reabsorção de cálcio pelos túbulos renais.

Este é um hormônio que tem uma ação muito importante na criança, principalmente durante todo o período em que os ossos estão crescendo rapidamente, não sendo considerado um hormônio regular da homeostasia do cálcio no adulto.

Hormônio folículo-estimulante e luteinizante

Estes dois hormônios são secretados pelos gonadotrofos, atuando sobre as gônadas e tendo como órgão-alvo os ovários e os testículos.

As principais funções do hormônio folículo-estimulante nas mulheres são: iniciar o desenvolvimento dos ovócitos e induzir a secreção nos ovários de estrogênios. Nos homens, por sua vez, é: estimular os testículos a produzirem os espermatozoides.

Já as principais funções do hormônio luteinizante, mas mulheres, são estimular a secreção de estrogênios e de progesterona, tanto na ovulação quanto na formação do corpo lúteo, enquanto que nos homens eles estimularão as células intersticiais nos testículos para o desenvolvimento e a produção de testosterona.

Aproveitamos este momento para fazer um questionamento: você sabe o que são as características sexuais secundárias? Elas podem ser definidas como diferenciações que ocorrem entre os sexos, desde o nascimento, sendo observados também ao longo de todo o desenvolvimento.

Os hormônios estrogênios e progesterona são secretados pelos ovários, sendo que os estrogênios são responsáveis pelo desenvolvimento das características sexuais secundárias femininas, como a presença de pelos pubianos, bacia alargada, acúmulo de tecido adiposo e crescimentos dos seios, como também na fase proliferativa do ciclo menstrual, ovulação entre outras tantas alterações durante uma gravidez. Já a progesterona promove a chamada fase secretória ou fase lútea durante o ciclo

menstrual, também prepara o útero durante a gravidez e as mamas para o processo de lactação.

A produção da testosterona está relacionada ao desenvolvimento das características sexuais secundárias nos homens, como: ombros largos, grande massa muscular, pelos no rosto e por todo o corpo, voz grave, formação do espermatozoide, podendo ser chamado de espermatogênese. Ela é importante também para o crescimento da musculatura esquelética e para a hipertrofia muscular em resposta a um treinamento de força.

A adolescência, de acordo com a Organização Mundial da Saúde, é considerada o período da vida de um indivíduo que deixa de ser criança. Esta fase é caracterizada pelo crescente desenvolvimento até atingir a vida adulta, iniciando, aproximadamente, a partir dos 10 anos de idade. Ainda não se sabe qual é o motivo que induz o relógio biológico a iniciar a produção dos hormônios que atuam na hipófise (hormônios folículo-estimulante e luteinizante) e começam a ser secretados em altas concentrações.

Prolactina

Este hormônio tem como órgão-alvo as mamas e como principal função o desenvolvimento das mamas e a produção do leite nas glândulas mamárias no período pós-parto, sendo liberado pelos lactotrofos.

Durante a gestação não há a produção do leite, pois ainda existe uma alta concentração de estrogênio, bloqueando o efeito da prolactina, responsável por gerar o leite. Após o parto, ocorre uma grande queda no estrogênio, diminuindo a sua concentração e então a prolactina começa a desempenhar um papel fundamental na lactação.

Hormônio adrenocorticotrófico

Este hormônio também é conhecido como corticotrofina, cujo órgão-alvo é o córtex da glândula suprarrenal para a secreção de glicocorticoides, sintetizado pelos corticotrofos. Alguns corticotrofos também conseguem secretar o hormônio melanócito estimulante ou melanotropina.

A principal função do hormônio adrenocorticotrófico é estimular a secreção de glicocorticoides, principalmente o cortisol, através do córtex da glândula suprarrenal, enquanto a principal função do hormônio melanócito estimulante ainda é desconhecida. O que se sabe é que quando está presente em grandes quantidades, produzirá um escurecimento na pele.

Hipófise posterior

A hipófise posterior também é conhecida como neuro-hipófise, cuja função é armazenar e liberar dois hormônios (o antidiurético e a ocitocina) apesar de não sintetizá-los, sendo que eles são produzidos no hipotálamo e são liberados de acordo com a necessidade devido à resposta de impulsos neurais provenientes do hipotálamo.

Hormônio antidiurético

Este hormônio também pode ser chamado de vasopressina e tem como órgão-alvo o rim. Suas principais funções são: auxiliar no controle da excreção, tanto da água nos rins, e elevar a pressão arterial, por meio da constrição dos vasos sanguíneos.

Hormônio ocitocina

Este hormônio tem como principais funções favorecer as contrações musculares uterinas, reduzir o sangramento durante o parto e estimular a liberação do leite materno, portanto, não está presente em grandes quantidades em crianças e adolescentes, exceto, é claro, naquelas que estão grávidas.

Sem medo de errar

Antes de começar a resolver a situação-problema, convidamos você a ler o artigo *Crescimento e desenvolvimento na adolescência*, pois ele o ajudará muito a resolver a situação-problema.

COUTINHO, M. F. G. Crescimento e desenvolvimento na adolescência. **Revista de Pediatria SOPERJ**, v. 12, Supl. 1, n. 1, p. 28-34, 2011. Disponível em: <http://revistadepediatriasoperj.org.br/detalhe_artigo.asp?id=555>. Acesso em: 27 nov. 2016.

Agora, abordaremos o papel dos hormônios para as crianças e os adolescentes, explicando como ocorre a maturação sexual.

A adolescência possibilita o crescimento e a maturação hormonal, durante o período de estirão. Há um ganho em torno de 20% da estatura final nas meninas no início da puberdade, enquanto nos meninos é em uma fase mais intermediária.

Este período de puberdade é caracterizado por um aumento da amplitude dos pulsos de secreção de hormônio luteinizante (LH) e folículo-estimulante (FSH). O aumento destes hormônios já é detectável antes mesmo que os sinais externos da puberdade sejam evidentes.

A maturação sexual ocorre em cinco fases ou estágios, em que são considerados o desenvolvimento mamário e os pelos pubianos nas meninas e o aspecto dos órgãos genitais e pelos pubianos nos meninos.

Todas estas etapas são organizadas e controladas através de fatores neuroendócrinos, como:

No sexo masculino:

- Maior volume testicular, considerado o primeiro sinal de puberdade masculina, entre os 9 e os 14 anos, com um posterior aumento dos pelos pubianos e crescimento do pênis.

- Primeira ejaculação chamada de semenarca ocorrerá com volume testicular em torno de 10 a 12 ml. O sêmen dos dois primeiros anos tem uma baixa concentração de espermatozoides.

- Grande aumento nos pelos na região axilar, facial e pubianos e a mudança no timbre de voz.

No sexo feminino:

- A telarca é o início do desenvolvimento das mamas na mulher, ocorrendo entre o período dos 8 aos 14 anos de idade, acontece em média aos 11 anos, sendo considerada o primeiro sinal da puberdade feminina, seguido do surgimento de pelos pubianos (pubarca) e axilares e, posteriormente, a menarca. A telarca pode ser simétrica ou assimétrica.

- A menarca ocorre entre dois a cinco anos após a telarca e apresenta ciclos irregulares mais prolongados e frequentemente anovulatórios.

Avançando na prática

Marizete e o hormônio do crescimento

Descrição da situação-problema

Marizete é uma criança que está apresentando um crescimento anormal, abaixo do que se espera, passando então por vários exames até ser comprovada uma alteração nas concentrações do hormônio do crescimento.

Com base em todas estas informações, como ocorre a secreção e o padrão do hormônio do crescimento?

Resolução da situação-problema

A secreção ocorre através de pulsos ou picos várias vezes ao dia, sendo que cada um dura aproximadamente de 10 a 30 minutos e o maior de todos eles costuma ser por volta de duas horas após deitar-se.

Tanto o padrão quanto a quantidade de secreção deste hormônio mudarão ao longo da vida de um indivíduo. Estes níveis basais são máximos na infância, enquanto a amplitude e a frequência dos picos são máximos durante a adolescência. As crianças e os adolescentes apresentam uma média de oito picos a cada 24 horas. Já os adultos, uma média de cinco picos, portanto, os níveis basais, a frequência e a amplitude dos picos diminuirão durante a vida adulta.

Faça valer a pena

1. A grande maioria dos hormônios tem ação em apenas alguns tipos de células, porém eles circulam através da corrente sanguínea por todo o corpo, afetando só as chamadas células-alvo. A ligação do hormônio com a célula-alvo ocorre através dos receptores.

Com base em todas estas informações, a ligação do hormônio com a célula-alvo ocorre através do quê?

a) Potencial de ação.

b) Células primas.

c) Receptores.

d) Canais de transporte.

e) Potencial passivo.

2. A grande maioria dos hormônios tem ação em apenas alguns tipos de células, porém eles circulam através da corrente sanguínea por todo o corpo, afetando só as chamadas células-alvo.

Com base em todas estas informações, qual é o número de receptores existentes para cada célula-alvo?

a) De 1.000 a 5.000 receptores.

b) De 100.000 a 300.000 receptores.

c) De 5.000 a 500.000 receptores.

d) De 500 a 10.000 receptores.

e) De 2.000 a 100.000 receptores.

3. A hipófise apresenta duas partes separadas anatomicamente e funcionalmente. A hipófise anterior secreta os hormônios que atuarão no controle e no funcionamento de outras glândulas endócrinas, enquanto que a hipófise posterior armazena os hormônios produzidos pelo hipotálamo.

Com base em todas estas informações, quantos hormônios são secretados pela hipófise anterior?

a) Seis hormônios.

b) Três hormônios.

c) Quatro hormônios.

d) Cinco hormônios.

e) Dois hormônios.

Seção 4.2

Respostas hormonais durante o exercício físico

Diálogo aberto

Nesta semana, Maria Vitória estava trabalhando na academia Viva com mais saúde, quando recebeu uma visita de dois estudantes de Educação Física que estão no último semestre do curso. Eles fizeram algumas perguntas para ela para uma pesquisa sobre a atuação do hormônio do crescimento durante a atividade física.

Com base em todas estas informações, convidamos você a ajudar Maria Vitória nas respostas ao questionamento dos dois alunos sobre a atuação do hormônio do crescimento durante a atividade física.

Não pode faltar

Na seção passada, nós abordamos com detalhes a atuação do hipotálamo, apresentando-o como o ponto de integração entre o sistema nervoso e o sistema endócrino e a sua atuação na regulação das funções da hipófise anterior e posterior.

Nesta seção, continuaremos a explorar os hormônios da hipófise anterior e posterior, só que envolvendo todas as respostas hormonais que ocorrem durante o exercício físico. Os conteúdos estarão voltados principalmente para os adultos, pois os dados em crianças e adolescentes são escassos, com exceção das pesquisas existentes com o hormônio do crescimento e os hormônios pancreáticos.

Hormônios do crescimento e tireoestimulante

Hormônios do crescimento

Até os dias atuais ainda continuam sendo realizadas várias pesquisas sobre o hormônio do crescimento. Acredita-se que existem diversos fatores envolvidos com a secreção deste hormônio, como o estado nutricional, a quantidade de horas de sono,

a gordura corporal, o estresse e a prática da atividade física ou o grau de treinamento físico.

Figura 4.4 | Criança

Fonte: <https://goo.gl/qxb8O9>. Acesso em: 12 fev. 2017

Efeitos do exercício físico sobre o hormônio do crescimento durante o exercício aeróbico

A intensidade e a duração do exercício físico são os principais fatores que podem alterar a liberação do hormônio do crescimento, além do nível de treinamento e a composição corporal.

Você sabia que nos primeiros 10 a 15 minutos de exercício físico já é observado um aumento na circulação sanguínea do hormônio do crescimento? Já nas atividades entre 40 e 60 minutos, a concentração basal ou de repouso do hormônio do crescimento é de 1-2 μg/L, podendo expandir em diversas vezes a amplitude do aumento, dependendo da intensidade em que o exercício físico é realizado.

Vários trabalhos indicam que os indivíduos não treinados, quando realizam uma sessão de exercício aeróbico, apresentam maior liberação do hormônio do crescimento que os indivíduos treinados ou atletas. Este resultado para quem não é treinado pode ser explicado, uma vez que o exercício físico provoca nele um estresse fisiológico não habitual, causando rupturas de membranas celulares, com liberação de enzimas e um elevado aumento da síntese de lactato. Todos estes fatores levarão ao aumento na secreção do hormônio do crescimento, com a finalidade de restaurar a homeostasia corporal e preparar o organismo para uma nova situação de estresse.

Nos casos em que a atividade física acaba tornando-se crônica, o indivíduo amplia a sua capacidade adaptativa e, portanto, para uma mesma intensidade relativa não ocorre mais uma grande liberação do hormônio do crescimento.

O sexo também pode ser considerado como uma variável importante com relação à liberação do hormônio do crescimento. Na situação de repouso e durante o sono, as mulheres têm maiores concentrações do hormônio do crescimento que os homens de mesma idade e esta diferença está relacionada com a presença dos hormônios femininos, considerados potentes estimuladores do hormônio do crescimento. Os homens, por sua vez, durante o sono, apresentam maior secreção do hormônio do crescimento em comparação às mulheres.

As maiores concentrações do hormônio do crescimento são observadas durante a adolescência. Por exemplo, indivíduos com 20 anos de idade secretam por dia mais que o dobro da quantidade de hormônio de pessoas com 60 anos ou mais.

Vários estudos dividem o mecanismo de ação do hormônio do crescimento em:

- Ações diretas, mediadas pela rede de sinalizações intracelulares, desencadeadas pela ligação do hormônio do crescimento ao seu receptor na membrana plasmática.
- Ações indiretas, mediadas principalmente pela regulação da síntese dos fatores de crescimento semelhantes à insulina.

Sabe-se que o exercício físico é um potente estimulador da liberação do hormônio do crescimento e existem vários fatores que podem influenciar esta liberação, como a intensidade e o volume do exercício físico.

Existem dados comprovando que o hormônio do crescimento favorece:

- Mobilização de ácidos graxos livres do tecido adiposo para geração de energia.
- Maior capacidade de oxidação de gordura.
- Aumento do gasto energético.

Efeitos do exercício físico sobre o hormônio do crescimento durante o exercício resistido

Vários trabalhos demonstram concentrações semelhantes do hormônio do crescimento no exercício resistido comparado com o exercício aeróbico, entre 5-25 µg/L, sendo notado na maioria dos casos um pico do hormônio do crescimento nos exercícios resistidos imediatamente após o término da sessão, diminuindo posteriormente até atingir os valores antes do início do exercício físico. Todo este processo tem a duração de 60 a 90 minutos após o término da atividade física.

Figura 4.5 | Atividade física

Fonte: <https://goo.gl/QtJXhq>. 12 fev. 2017.

As principais variáveis referentes ao aumento da liberação do hormônio do crescimento nos exercícios resistidos estão relacionados:

- Aumento do estresse mecânico produzido pelo elevado número de repetições.
- Maior síntese e liberação de ácido lático.
- Processo de hipóxia durante os exercícios resistidos.

Os protocolos de exercícios resistidos com maior quantidade de repetições em torno de 10 a 12 e cargas moderadas geram mais quantidade de secreção do hormônio do crescimento, enquanto os protocolos com poucas repetições, em média cinco com intervalos de descanso mais longos por volta de três minutos, não resultarão em aumento significativo na liberação do hormônio do crescimento.

Um ponto muito importante para ser destacado sobre o hormônio do crescimento é que ele pode ser utilizado como forma de tratamento nos casos em que as crianças estão apresentando um crescimento abaixo do normal para a sua idade, atuando, então, como um auxiliar para o aumento da estatura, porém devem ser tomados alguns cuidados, uma vez que o excesso do hormônio pode levar a várias complicações, como: artrite, cardiomegalia, fraqueza muscular, hiperlipidemia e diabetes.

Assimile

Chamamos sua atenção para ver se você realmente conseguiu assimilar qual é a importância do hormônio do crescimento para as crianças e os adolescentes, principalmente para as que praticam atividades físicas regulares.

Hormônios adrenocorticotrófico, prolactina e gonadotróficos

Hormônios adrenocorticotrófico

Conforme já abordado na seção anterior, a liberação deste hormônio está relacionada com o ritmo circadiano, sendo que um dos maiores estímulos desta liberação ocorre na transição entre os estados de sono e vigília.

Existem alguns dados que comprovam que o exercício físico estimula a liberação do hormônio adrenocorticotrópico, por outro lado, outros grupos de pesquisadores afirmam que não ocorre mudança na liberação deste hormônio para os praticantes de atividade física, portanto, não há um consenso com relação a esta informação.

Exemplificando

Procure buscar exemplos de pesquisas que indicam que o exercício físico visa provocar o aumento da liberação do hormônio adrenocorticotrópico e aquelas que não encontram o aumento da secreção destes hormônios durante o exercício físico praticado pelas crianças e pelos adolescentes.

Prolactina

No exercício físico, existe um aumento dos níveis de prolactina, porém a meia vida do hormônio é pequena, em torno de 10 minutos, ocasionando uma queda em relação aos níveis iniciais por volta dos 45 minutos, após o final do exercício. Algumas pesquisas indicam que o aumento do hormônio prolactina pode ser acentuado nos casos em que a mulher está em jejum ou realizando uma dieta rica em gorduras.

Figura 4.6 | Hormônio prolactina

Fonte: <http://www.istockphoto.com/br/foto/carregando-seu-abd%C3%B4men-uma-mulher-gr%C3%A1vida-escolher-um-assento-em-carro-gm507877052-84947531?st=_p_baby%20goods>.. Acesso em: fev. 2017.

Outra situação que pode provocar o aumento do hormônio prolactina nas mulheres está relacionada com as atividades físicas que exigem maior movimentação das mamas, por exemplo: mulheres fazendo exercícios sem sutiã.

As atletas que apresentam a menstruação normal (eumenorreia) têm níveis mais elevados de prolactina do que mulheres corredoras (amenorreicas).

Gonadotróficos

O exercício físico praticado regularmente pode ocasionar importantes alterações no ciclo menstrual. As mulheres atletas apresentam maior propensão, em torno de 10 a 20%, enquanto que aquelas que não realizam nenhum tipo de atividade física têm propensão de apenas 5%.

Ainda não existe um consenso quanto à duração de um treinamento em termos de semanas/meses que possam provocar a amenorreia (ausência de menstruação) ou oligomenorreia (menstruação em intervalos maiores que o normal).

Figura 4.7 | Mulheres e exercício

Fonte: <https://goo.gl/wIKZUx>. Acesso em: 12 fev. 2017.

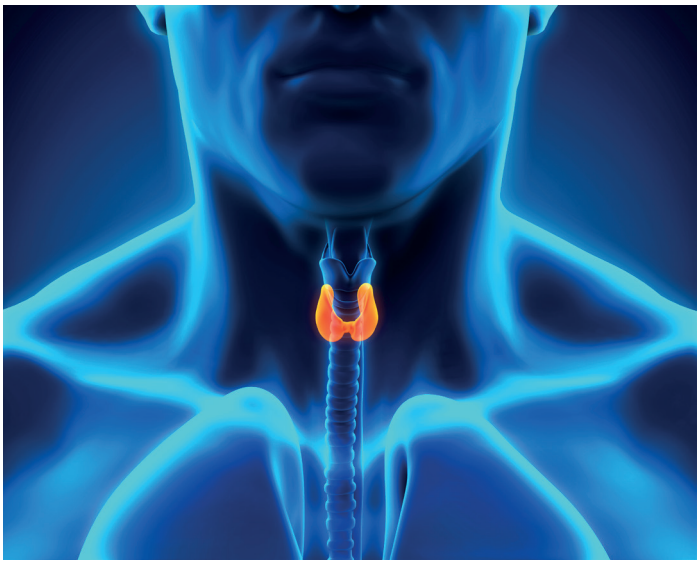
Hormônios tireoideos e paratireoideos

Hormônios tireoideos

O exercício físico aumenta a liberação do hormônio, devido a uma maior necessidade de elevação do metabolismo durante a atividade física, provocada pela rápida remoção de triidotironina (T_3) e tiroxina (T_4).

Os níveis do hormônio estimulante da tiroide continuam elevados durante vários dias após a competição, provocando, então, um aumento tardio da liberação de T_3 e T_4.

Figura 4.8 | Hormônios tireoideos



Fonte: <https://goo.gl/Ea96ST>. Acesso em: fev. 2017.

As pesquisas indicam que os homens e as mulheres treinadas apresentam um aumento tanto na secreção quanto na degradação de T_4 comparados com os indivíduos sedentários.

Hormônios paratireoideos

O exercício físico a longo prazo aumentará a secreção do hormônio paratormônio, provocando maior formação óssea, resultando em maior absorção intestinal de cálcio, em conjunto com uma queda na excreção pela urina, enquanto casos em que há diminuição drástica da atividade física, por exemplo, em situações em que ocorrem a imobilização ou o repouso completo, provocarão grande diminuição óssea.

Hormônios suprarrenais e pancreáticos

Hormônios suprarrenais

A medula adrenal produz e libera dois hormônios: a adrenalina e a noradrenalina. No momento em que há a estimulação da medula adrenal, aproximadamente 80% da secreção corresponde à adrenalina, enquanto que 20% corresponde à noradrenalina.

Ambos os hormônios têm efeitos muito potentes de preparar o indivíduo para

uma atividade muito rápida, para uma luta ou fuga, por exemplo. As principais ações provocadas por eles são o aumento:

- Da frequência cardíaca e da força de contração cardíaca.
- Da pressão arterial.
- Da taxa metabólica.
- Da glicogenólise, tanto no fígado quanto nos músculos.
- Da liberação de glicose e dos ácidos graxos livres no sangue.
- Da respiração.

Há um número grande de fatores que provocarão aumento na liberação dos hormônios adrenalina e noradrenalina. Observa-se maior número destes hormônios nos exercícios físicos superiores a 50% do VO_2máximo, sendo significativos quando a intensidade do exercício físico é maior do que 60 a 70% do VO_2máximo.

Quando o exercício físico é interrompido, nota-se rapidamente o retorno nas concentrações de adrenalina próximos aos níveis de repouso, enquanto os níveis de noradrenalina tendem a permanecer elevados durante algumas horas.

Pesquise mais

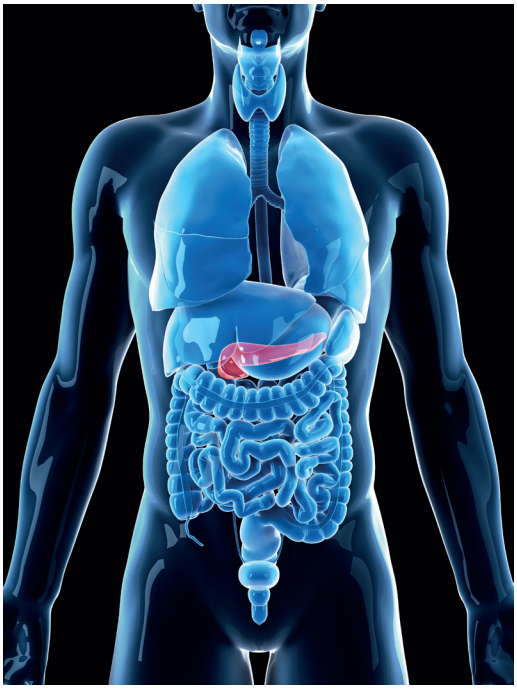
Convidamos você a pesquisar mais sobre os efeitos do exercício físico com relação aos hormônios suprarrenais. Desta vez, para os indivíduos que apresentam problemas cardíacos, como os hipertensos: o que acontecerá nos casos em que os pacientes são submetidos a um programa de treinamento físico?

Hormônios pancreáticos

O exercício físico provocará a liberação do hormônio glucagon, que tem uma ação antagônica à insulina, tornando a glicose mais disponível para a atividade física.

A queda da liberação da insulina é proporcional à intensidade do exercício físico. Nas atividades mais prolongadas, há maior obtenção de energia, consideravelmente, a partir da mobilização de gorduras, devido aos níveis de glicose circulantes mais baixos e à ação do hormônio glucagon aumentada.

Figura 4.9 | Hormônios pancreáticos



Fonte: <https://goo.gl/iWiEwc>. Acesso em: 12 fev. 2017.

Um dos principais exemplos de indivíduos com uma patologia que podem ser beneficiados com a prática de exercícios físicos são os diabéticos. Abordaremos com muitos detalhes na próxima seção.

Reflita

Chamamos a sua atenção sobre a importância do exercício físico nos casos de crianças com diabetes, um assunto que será abordado com detalhes na próxima seção.

Sem medo de errar

Antes de começar a resolver a situação-problema, é fundamental que você leia o seguinte artigo: *Hormônio do crescimento e exercício físico: considerações atuais*:

CRUZAT, V. F. et al. Hormônio do crescimento e exercício físico: considerações atuais. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 44, n. 4, p. 549-562, out./dez., 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbcf/v44n4/v44n4a03.pdf>. Acesso em: 29 dez. 2016.

Relembramos que, nesta semana, Maria Vitória recebeu uma visita, na academia Viva com mais Saúde, de dois estudantes de Educação Física que estão no último semestre do curso, responsáveis por uma pesquisa sobre a atuação do hormônio do crescimento durante a atividade física.

A intensidade e a duração do exercício físico são os principais fatores que podem alterar a liberação do hormônio do crescimento, além do nível de treinamento e a composição corporal.

O sexo é considerado uma variável importante em relação à liberação desse hormônio. Na situação de repouso e durante o sono, as mulheres têm maiores concentrações do hormônio do crescimento que os homens de mesma idade. Durante o sono, os homens apresentam maior secreção do hormônio do crescimento, se comparados com as mulheres.

Os adolescentes com 20 anos de idade secretam por dia mais que o dobro da quantidade de hormônio do que os indivíduos com 60 anos ou mais.

Vários estudos dividem o mecanismo de ação do hormônio do crescimento em:

- Ações diretas, mediadas pela rede de sinalizações intracelulares, desencadeadas pela ligação do hormônio do crescimento ao seu receptor na membrana plasmática.
- Ações indiretas, mediadas principalmente pela regulação da síntese dos fatores de crescimento semelhantes à insulina.

Sabe-se que o exercício físico é um potente estimulador da liberação do hormônio do crescimento e existem vários fatores que podem influenciar esta liberação, como a intensidade e o volume do exercício físico.

O hormônio do crescimento favorece:

- Mobilização de ácidos graxos livres do tecido adiposo para geração de energia.
- Aumento da capacidade de oxidação de gordura.
- Maior gasto energético.

Avançando na prática

Matheus e sua dúvida

Descrição da situação-problema

Matheus esta semana foi abordado por uma colega da faculdade que estava fazendo uma pesquisa sobre a relação do hormônio prolactina e o exercício físico

e ficou muito curioso para saber quais são estas possíveis relações.

Com base em todas estas informações, convidamos você a ajudar Matheus a resolver esta situação-problema.

Resolução da situação-problema

No exercício físico em mulheres, é observado um aumento dos níveis do hormônio prolactina, porém a meia vida deste hormônio é muito pequena, em média 10 minutos, ocasionando uma queda, comparada aos níveis iniciais por volta dos 45 minutos após o final do exercício. Já nos casos em que as mulheres estão em jejum ou realizando uma dieta rica em gorduras, pode existir um maior aumento do hormônio.

Outro exemplo de uma situação que pode provocar o aumento do hormônio prolactina está relacionado com as atividades físicas em que há maior movimentação das mamas, por exemplo, quando são feitos exercícios sem sutiã.

Faça valer a pena

1. Existem várias pesquisas sobre o hormônio do crescimento que comprovam que existem diversos fatores envolvidos com o aumento da secreção do hormônio do crescimento e estas alterações podem ser observadas em atletas e indivíduos destreinados.

Quais são os fatores envolvidos com o aumento da secreção do hormônio do crescimento?

a) Estado nutricional e prática da atividade física.

b) Sedentarismo e obesidade.

c) Fobia e grau de treinamento.

d) Intensidade do treinamento e pequena duração do treinamento.

e) Falta de treinamento e gordura corporal.

2. Durante a realização do exercício físico, já pode ser observado um aumento na circulação sanguínea do hormônio do crescimento. Nos exercícios com maior duração, em torno de 40 e 60 minutos, a concentração basal ou de repouso do hormônio do crescimento é de 1-2 μg/L.

Qual é o período de realização do exercício físico em que é possível

observar o aumento do hormônio do crescimento na circulação sanguínea?

a) De 20 a 25 minutos.

b) De 4 a 8 minutos.

c) De 5 a 15 minutos.

d) De 10 a 15 minutos.

e) De 15 a 18 minutos.

3. Ainda não existe um consenso na comunidade científica quanto à duração de um treinamento físico para mulheres em termos de semanas/meses que possam provocar a ausência de menstruação ou a menstruação em intervalos maiores que o normal.

A prática de exercícios físicos em excesso nas mulheres pode provocar uma ausência da menstruação. Como pode ser chamada esta situação?

a) Menorreia.

b) Oligomenorreia.

c) Dismacrorreia.

d) Ortomenorreia.

e) Amenorreia.

Seção 4.3

Patologias e exercício físico

Diálogo aberto

Nesta semana, Maria Vitória estava trabalhando na academia Viva com mais saúde, quando recebeu a visita de uma mãe com seu filho Marcos, de 9 anos de idade, relatando que ele foi diagnosticado com síndrome metabólica. A mãe fez a visita na academia para saber se o filho pode ou não realizar exercícios físicos e o que seria mais recomendado para ele.

Com base em todas estas informações, convidamos você a ajudar Maria Vitória nesta resposta à mãe de Marcos.

Não pode faltar

Diabetes

A diabetes é considerada uma doença relacionada ao estado emocional dos seus portadores. Acredita-se que esta associação entre o emocional e a diabetes existe antes mesmo do surgimento da doença, pois vários autores já comprovaram através de pesquisas que a diabetes é uma doença psicossomática, ou seja, entre os fatores desencadeantes estão as causas emocionais.

As causas mais comuns verificadas nas pesquisas foram:

- Modificações externas violentas.
- Perda dos pais por morte ou separação.
- Problemas com os pais, com a família e até com relação à escola.
- Traumas emocionais.

A diabetes pode provocar vários sentimentos relacionados à baixa autoestima, como:

- Ansiedade.
- Depressão.
- Desesperança.
- Ideias de suicídio.
- Incapacidade de amar.
- Dificuldade de se relacionar bem com outras pessoas.
- Medo.
- Negação da doença.
- Raiva.
- Regressão.
- Revolta.

A presença de um ou mais destes sentimentos está relacionada aos recursos que as crianças e os adolescentes já tinham antes do aparecimento da doença, a forma como a notícia da patologia é transmitida e como a família reage com este diagnóstico.

É fundamental que exista um controle emocional por parte do paciente, uma questão mais complicada com relação às crianças e aos adolescentes, sendo muito indicado nestes casos o acompanhamento psicológico, com a finalidade de buscar maior controle emocional e minimizar estes efeitos, buscando, em primeiro lugar, a aceitação da doença, a fim de atingir maior qualidade de vida.

Pesquise mais

O exercício físico é sempre indicado nestes casos como uma das formas de tratamento para as crianças e os adolescentes com diabetes, alcançando muitos efeitos benéficos, alterando, inclusive, o estado emocional através de uma sensação de bem-estar ao realizar esta atividade.

Convidamos você a ler o artigo *Reflexões sobre o diabetes tipo 1 e sua relação com o emocional* e posteriormente a buscar a relação do exercício físico com o estado emocional:

MARCELLINO, D. B.; CARVALHO, M. D. B. Reflexões sobre o diabetes tipo 1 e sua relação com o emocional. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 18, n. 1, p. 72-77, jan./abr., 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/%0D/prc/v18n1/24819.pdf>. Acesso em: 4 jan.2017.

Obesidade

Existe uma diferença básica entre a definição de sobrepeso e de obesidade. O primeiro é caracterizado como um peso corporal acima do normal, de acordo com a estatura e a constituição física, enquanto que o segundo é designado por uma condição que o indivíduo apresenta um excesso de gordura corporal.

Figura 4.10 | Obesidade

Fonte: <https://goo.gl/MlR8lm>. Acesso em: 12 fev. 2017

De acordo com dados da Organização Mundial da Saúde (2004), nos últimos 10 anos, a prevalência de obesidade infantil tem aumentado por volta de 10 a 40% na maioria dos países europeus, sendo mais frequentemente nas seguintes faixas:

- Primeiro ano de vida.
- Entre os cinco e os seis anos de idade.
- Adolescência.

No Brasil, a obesidade está presente nas mais diferentes faixas econômicas, sendo encontrada tanto nas classes mais altas quanto nas mais baixas. A obesidade neste último grupo ocorre em função dos altos custos com os alimentos saudáveis, como peixes, carnes magras, vegetais e frutas frescas, não estando disponíveis para as populações com condições socioeconômicas mais restritas e esta relação entre a obesidade e a baixa classe socioeconômica é observada principalmente nos países em desenvolvimento.

Este aumento da prevalência da obesidade está relacionado também com as mudanças observadas no estilo de vida, uma vez que as crianças atualmente estão mais tempo na frente da televisão, jogando nos computadores, falando e brincando nos celulares e nos tablets, realizando cada vez menos exercícios físicos.

Outro fator muito relevante é que, devido ao crescente aumento da criminalidade, as crianças estão atualmente cada vez mais impossibilitadas de brincar na rua pela falta de segurança. Além disso, há as mudanças nos hábitos alimentares em função de um maior apelo comercial pelos produtos ricos em carboidratos simples, gorduras e calorias, maior facilidade de preparação, ricas em gorduras e calorias e menor custo destes produtos no comércio.

Complicações da obesidade infantil

Os aspectos da composição corporal associados à ocorrência de doenças crônico-degenerativas estão relacionados com a quantidade total de gordura, ao excesso de gordura no tronco ou região abdominal e ao excesso de gordura visceral.

O aumento do colesterol sérico é um fator de risco para doença coronariana, ainda maior quando ligado à obesidade, pois os dados indicam que o sobrepeso triplica o risco de desenvolvimento de diabetes melito.

A aterosclerose inicia na infância, através do depósito de colesterol na íntima das artérias, formando a estria de gordura. As estrias nas artérias coronarianas de crianças podem, em alguns casos, progredir para lesões ateroscleróticas avançadas em poucas décadas, sendo este processo reversível no início do seu desenvolvimento, mas progressão é variável para cada indivíduo.

Nos casos de confirmação de dislipidemia, o tratamento através da dieta deve ser iniciado após os dois anos de idade, devendo ser priorizadas as necessidades energéticas e vitamínicas próprias à idade, estimulando a ingestão de fibras ao mesmo tempo em que é desestimulado o consumo de alimentos ricos em colesterol e gordura saturada, bem como o uso em excesso de sal e açúcar refinado.

A obesidade na infância está envolvida com várias complicações e intimamente conexa com maior taxa de mortalidade, pois quanto maior for o tempo em anos que a criança for obesa, maior será a chance de complicações precoces.

Quadro 4.1 | Complicações da obesidade

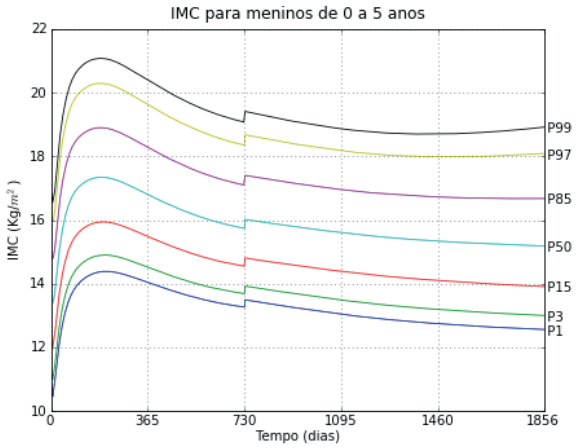
Articulares	Maior predisposição à artroses, osteoartrite. Epifisiólise (separação) da cabeça femoral, genu valgum, coxa vara.
Cardiovasculares	Hipertensão arterial sistêmica. Hipertrofia cardíaca.
Cirúrgicas	Aumento do risco cirúrgico.
Crescimento	Idade óssea avançada. Aumento da altura. Menarca precoce.
Cutâneas	Maior predisposição à micoses, dermatites e piodermites.

Endócrino metabólicas	Resistência à insulina. Maior predisposição ao diabetes, hipertrigliceridemia e hipercolesterolemia.
Gastrointestinais	Aumento da frequência de litíase (formação de pedras) biliar. Esteatose hepática e esteato-hepatite.
Mortalidade	Aumento do risco de mortalidade.
Neoplásicas	Maior frequência de câncer de endométrio, mama, vesícula biliar, cólon/ reto, próstata.
Psicossociais	Discriminação social e isolamento. Afastamento de atividades sociais. Dificuldade de expressar seus sentimentos.
Respiratórias	Tendência à hipóxia, devido ao aumento da demanda ventilatória. Aumento do esforço respiratório. Queda na eficiência muscular. Diminuição da reserva funcional. Microectasias. Apneia do sono. Infecções. Asma.

Fonte: Mello, Luft e Meyer (2004).

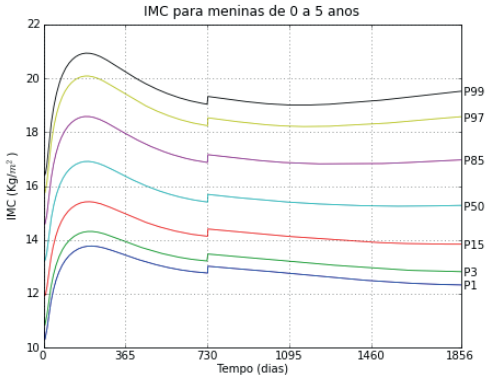
O índice de massa corporal (IMC) em crianças e adolescentes é utilizado para avaliar o sobrepeso e a obesidade, estando relacionado com a idade e o estágio de maturação sexual. A maioria das crianças obesas tende a ser adultos obesos, sendo que aproximadamente 40% das crianças e 70% dos adolescentes obesos serão obesos na vida adulta.

Figura 4.11 | Valores de Índice de Massa Corporal para meninos entre zero e cinco anos



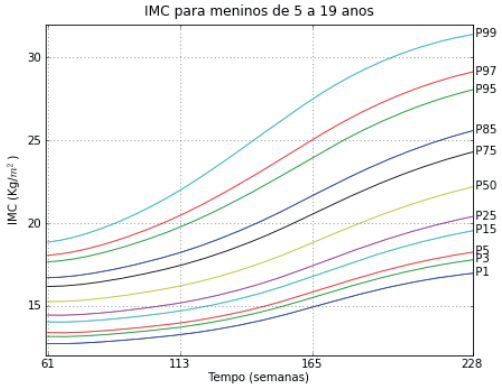
Fonte: Organização Mundial da Saúde.

Figura 4.12 | Valores de Índice de Massa Corporal para meninas entre zero e cinco anos



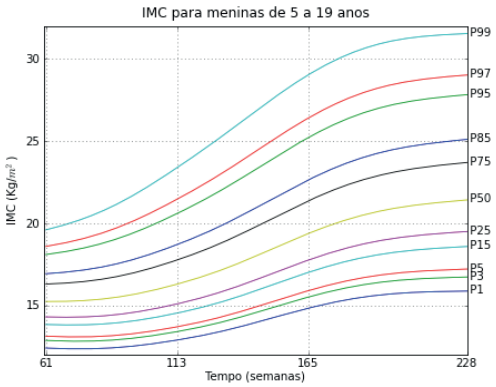
Fonte: Organização Mundial da Saúde .

Figura 4.13 | Valores de Índice de Massa Corporal para meninos e adolescentes entre 5 a 19 anos



Fonte: Organização Mundial da Saúde .

Figura 4.14 | Valores de Índice de Massa Corporal para meninas e adolescentes entre 5 a 19 anos



Fonte: Organização Mundial da Saúde .

Síndrome metabólica

A síndrome metabólica é definida como um conjunto de anomalias antropométricas, fisiológicas e bioquímicas, que aumentam o risco de desenvolvimento de doença cardiovascular e diabetes mellitus do tipo 2. Não existe um critério único que defina a síndrome.

Existem estudos que indicam que geralmente a **síndrome metabólica desenvolve-se** na infância, sendo muito prevalente entre crianças e adolescentes com sobrepeso ou obesidade.

No Brasil, o Consenso Brasileiro sobre **síndrome metabólica** é utilizado para definir todas as diretrizes, de acordo com os critérios brasileiros, podendo ser considerado como síndrome metabólica quando três dos cinco critérios a seguir estão presentes:

- Obesidade central – circunferência da cintura superior a 88 cm na mulher e 102 cm no homem.
- Hipertensão arterial – pressão arterial sistólica de 130 mmHg e/ou pressão arterial diastólica de 85 mmHg.
- Glicemia alterada (glicemia de 110 mg/dl) ou diagnóstico de diabetes.
- Triglicerídeos 150 mg/dl.
- HDL colesterol 40 mg/dl em homens e 50 mg/dl em mulheres.

O outro padrão ouro para determinar a resistência à insulina é o chamado exame clamp euglicêmico hiperinsulinêmico, irrealizável na prática clínica, restrito apenas às pesquisas, visto que é um procedimento complexo e de alto custo, difícil de ser realizado e composto por número grande de dosagens, tanto de glicose, quanto de insulina. Em função desta grande dificuldade, foi adotada então a prática da medida da circunferência abdominal, considerado o melhor parâmetro clínico para inferir quanto ao grau de adiposidade abdominal. Sabe-se também que existe uma certa variação de acordo com a etnia.

A definição da presença da **síndrome metabólica** em crianças e nos adolescentes é bem mais difícil, uma vez que a pressão arterial, o perfil lipídico e os valores antropométricos variam de acordo com a idade e o estágio puberal. Para realizar esta análise, devem ser utilizados diferentes pontos de corte com relação ao sexo e à idade para cada uma dessas variáveis.

Reflita

É importante você saber que existem critérios específicos para determinar a síndrome metabólica em crianças e adolescentes, determinados pela Federação Internacional de Diabetes (IDF), que dividiu em classes, de acordo com as faixas etárias em:

- 6 a < 10 anos.
- 10 a < 16 anos.
- > 16 anos.

Nesses três grupos, a utilização da circunferência abdominal para a confirmação do diagnóstico da **síndrome metabólica** é imprescindível. Nos casos de crianças abaixo de 10 anos, este diagnóstico não deve ser feito, mas, mesmo assim, a criança e os pais devem ser orientados quanto à necessidade de perda de peso e da mudança de estilo de vida.

Para as crianças acima dos 10 anos, esse diagnóstico é realizado para a confirmação da presença da **síndrome metabólica** e é necessário que exista obesidade abdominal e presença de dois ou mais dos seguintes fatores:

- Triglicérides > 150 mg/dL.
- HDL < 40 mg/dL.
- Glicemia de jejum > 100 mg/dL.

Já para adolescentes maiores de 16 anos, devem ser utilizados os critérios definidos para os adultos.

A circunferência abdominal pode ser considerada uma condição independente preditora do risco cardiovascular, tanto para adultos quanto para as crianças e os adolescentes, sendo também um importante indicador da presença de resistência à insulina, dislipidemia e hipertensão (todos considerados como componentes da **síndrome metabólica**). Há também uma correlação com a proteína C-reativa (PCR), considerada um marcador de processo inflamatório.

Nas crianças com menos de 10 anos, as alterações cardiometabólicas são muito sutis, surgindo lenta e progressivamente, portanto, é fundamental que exista um acompanhamento precoce, principalmente nas crianças que já apresentam sobrepeso ou obesidade, independentemente da história familiar de doença cardiovascular precoce e diabetes tipo 2.

Exemplificando

Chamamos a sua atenção para uma situação muito preocupante que está ocorrendo atualmente com relação à obesidade e à síndrome metabólica, pois esta doença tem aumentado em níveis epidêmicos, principalmente nas últimas três décadas em todo o mundo, sendo que na faixa etária de crianças com seis a onze anos, a taxa da obesidade foi de 67% para os meninos e 42% para as meninas.

No Brasil, observou-se, nas últimas décadas, um fenômeno de transição nutricional, que apresentou grande queda na prevalência dos desnutridos e aumento expressivo no excesso de peso. Nas regiões Sudeste e Nordeste, em 10 anos, as taxas de sobrepeso aumentaram 0,5% ao ano e a prevalência de sobrepeso e de obesidade aumentou de 4,15% para 13,9%.

Tratamento para a síndrome metabólica

O principal tratamento para a **síndrome metabólica**, como também para a maioria das outras patologias relacionadas ao sobrepeso e à obesidade, é a modificação do estilo de vida, por meio de hábitos mais saudáveis, como mudança drástica na alimentação, prática de exercícios físicos regulares, já abordados nas seções anteriores, como também outras substituições necessárias.

Figura 4.15 | Tipos de alimentação

Fonte: <https://goo.gl/oS5LKN>. Acesso em: 12 fev. 2017

Recomenda-se que antes de iniciar um programa de atividades físicas, a criança ou o adolescente passe por uma avaliação médica. Para este grupo de pacientes, é necessário a realização de um teste ergométrico para uma avaliação cardiovascular mais detalhada.

Assimile

Agora, gostaríamos de questionar se você conseguiu assimilar todos os conteúdos e os conceitos mais importantes, abordados nesta seção, com relação ao diabetes, à obesidade e à síndrome metabólica.

Após esta constatação, convidamos você a realizar uma pesquisa, buscando outras patologias envolvidas com os hormônios, mmostrando que a prática de exercícios físicos de crianças e adolescentes pode auxiliar no tratamento destas doenças.

Sem medo de errar

Retomando a situação-problema desta semana, relembre que Maria Vitória recebeu, na academia Viva com mais saúde, a visita da mãe de Marcos, um menino com nove anos idade, que recebeu o diagnóstico de síndrome metabólica, questionando quanto à prática de exercícios físicos para o garoto.

Antes de você começar a responder à situação-problema, convidamos você a ler o artigo *Exercício físico e síndrome metabólica*, pois ele ajudará muito a resolver esta situação-problema.

CIOLAC, E. G.; GUIMARÃES, G. V. Exercício físico e síndrome metabólica. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte,** v. 10, n. 4, p. 319-324, jul./ago., 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-86922004000400009>. Acesso em: 8 jan. 2016.

De acordo com as várias pesquisas existentes, a prática regular de exercícios físicos é benéfica na maioria dos casos, inclusive, para as crianças e os adolescentes, tanto para os indivíduos saudáveis quanto para os que apresentam múltiplos fatores de risco, uma vez que atuará na prevenção e no tratamento da hipertensão arterial, resistência à insulina, diabetes, dislipidemia e obesidade.

Esta prática deve sempre ser realizada sob a supervisão de um profissional competente. Para responder de fato à esta situação-problema, utilizaremos novamente vários conceitos já apresentados em seções anteriores.

O artigo lido apresenta quatro princípios básicos, necessários para o treinamento:

• Sobrecarga - O exercício físico deve sempre ser mais forte ao que a criança ou o adolescente já estava acostumado, podendo então ser controlado pela intensidade, duração e frequência da atividade.

• Especificidade – A modalidade escolhida precisa ser específica aos resultados desejados, provocando alterações fisiológicas específicas para este fim.

• Individualidade – É necessário sempre ser respeitada a individualidade de cada criança ou adolescente para a prescrição do exercício físico.

• Reversibilidade – As adaptações fisiológicas alcançadas cessarão parcialmente o estado antes do treinamento físico nos casos em que as crianças e os adolescentes retornam à condição anterior antes da prática regular de exercícios físicos.

É indicada a prática de pelo menos 30 minutos de exercícios físicos diários, de intensidade moderada para as crianças e os adolescentes com síndrome metabólica, mas é importante ressaltar que este treinamento físico deve ser realizado sempre de forma individualizada, considerando sempre o estado atual da saúde, os fatores de riscos presentes e a história pregressa. Portanto, com base em todas estas informações, o programa de exercícios físicos deve sempre levar em consideração o condicionamento cardiorrespiratório, a força e a resistência musculares.

Avançando na prática

Trauma emocional

Descrição da situação-problema

Aline é uma criança de 10 anos que perdeu os seus pais em um acidente automobilístico há um ano, por isso, passou a morar em um abrigo, pois ninguém da família assumiu a responsabilidade de criar a menina. Neste período, a criança desenvolveu a diabetes. Com base nestas informações, o que pode ter acontecido com Aline e o que pode ser indicado para ela?

Resolução da situação-problema

Como a Aline passou por um estresse emocional intenso, tanto pela perda dos pais em um acidente automobilístico há um ano quanto pelo fato de ninguém da sua família assumir sua criação, ela pode ter desenvolvido o diabetes devido a essa condição, uma vez que esta doença é considerada psicossomática, tendo como principais fatores desencadeantes as seguintes causas:

• Perda dos pais, por morte ou separação.

- Modificações externas violentas.
- Problemas com os pais, com a família e até com relação à escola.
- Traumas emocionais.

A diabetes é sempre associada com vários sentimentos de baixa estima, como: ansiedade, depressão, desesperança, ideias de suicídio, incapacidade de se relacionar bem com outras pessoas, medo, negação da doença, raiva, revolta, entre outros fatores.

É fundamental que seja indicado para ela um atendimento com uma psicóloga, a fim de que ela consiga alcançar um controle emocional e conseguir minimizar todos os efeitos, melhorando, assim, a sua qualidade de vida.

Faça valer a pena

1. Existe uma diferença básica entre sobrepeso e obesidade. De acordo com dados da Organização Mundial da Saúde, a prevalência de obesidade infantil tem aumentado por volta de 10 a 40% na maioria dos países europeus nos últimos 10 anos.

Carlos é uma criança de nove anos que acabou de passar por uma consulta com a nutricionista e foi constatado que ele está acima do peso. Com base nestas informações, o que é o sobrepeso?

a) É um peso corporal dentro da normalidade.

b) É um excesso de gordura corporal.

c) É um peso corporal acima do normal.

d) É uma baixa quantidade de gordura corporal.

e) É um peso corporal abaixo do normal.

2. As complicações da obesidade infantil podem estar associadas aos aspectos da composição corporal, associados à ocorrência de doenças crônico-degenerativas, relacionados com a quantidade total de gordura, com o excesso de gordura no tronco ou na região abdominal e com o excesso de gordura visceral.

Assinale a alternativa que apresenta em quantas vezes as complicações da obesidade infantil nos casos de sobrepeso podem aumentar o risco de desenvolvimento de diabetes melito:

a) Duplicar o risco de desenvolvimento.

b) Aumentar mais de 15 vezes o risco de desenvolvimento.

c) Quadruplicar o risco de desenvolvimento.

d) Aumentar mais de 10 vezes o risco de desenvolvimento.

e) Triplicar o risco de desenvolvimento.

3. Os critérios específicos utilizados para determinar a presença da Síndrome Metabólica para crianças e adolescentes são divididos em três faixas etárias: 6 a < 10 anos, 10 a < 16 anos e > 16 anos.

Assinale a alternativa correta que apresenta quem definiu os critérios específicos da síndrome metabólica para crianças e adolescentes em três faixas etárias:

a) Federação Internacional de Diabetes.

b) Federação Municipal de Diabetes.

c) Federação Estadual de Diabetes.

d) Federação Nacional de Diabetes.

e) Federação Interestadual de Diabetes.

Referências

CIOLAC, E. G.; GUIMARÃES, G. V. Exercício físico e síndrome metabólica. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 10, n. 4, p. 319-324, jul./ago., 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-86922004000400009>. Acesso em: 8 jan. 2016.

COUTINHO, M. F. G. Crescimento e desenvolvimento na adolescência. **Revista de Pediatria SOPERJ**, v. 12, Supl. 1, n. 1, p. 28-34, 2011. Disponível em: <http://revistadepediatriasoperj.org.br/detalhe_artigo.asp?id=555>. Acesso em: 27 nov. 2016.

CRUZAT, V. F. et al. Hormônio do crescimento e exercício físico: considerações atuais. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 44, n. 4, p. 549-562, out./dez., 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbcf/v44n4/v44n4a03.pdf>. Acesso em: 29 dez. 2016.

CURI, T. C. P. **Fisiologia do exercício**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2013.

DAMIANI, D. et. al. Síndrome metabólica em crianças e adolescentes: dúvidas na terminologia, mas não Nos riscos cardiometabólicos. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metababologia**, v. 55, n. 8, p. 576-582, nov., 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-27302011000800011>. Acesso em: 10 fev. 2017

GHORAYEB, N.; DIOGUARDI, G. S. **Tratado de cardiologia do exercício e do esporte**. São Paulo: Editora Atheneu, 2007.

MARCELLINO, D. B.; CARVALHO, M. D. B. Reflexões sobre o diabetes tipo 1 e sua relação com o emocional. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 18, n. 1, p. 72-77, jan./abr., 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/%0D/prc/v18n1/24819.pdf>. Acesso em: 4 jan. 2017.

MARCHISOTTI, F. G. et. al. Tratamento da deficiência do hormônio de crescimento (GH) em crianças: comparação entre o uso de canetas versus frascos/seringas para a aplicação do GH. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, ano 11, v. 51, n. 7, p. 1093-1096, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/abem/v51n7/a11v51n7.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2016.

MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano.** 5. ed., Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2003.

MELLO, E. D.; LUFT, V. C.; MEYER, F. Obesidade infantil: como podemos ser eficazes? **Jornal de Pediatria**, v. 80, n. 3, p. 173-182, 2004.

POWERS, S. K.; HOWLEY, E. T. **Fisiologia do exercício**: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho. 8. ed. São Paulo: Editora Manole, 2014.

ROWLAND, T. W. **Fisiologia do exercício na criança**. São Paulo: Editora Manole, 2008.

SCHWAR, G. M. **Educação Física no ensino superior**: atividades recreacionais. 2. ed., Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2011.

TORTORA, G. J. **Princípios de anatomia humana**. 10. ed., Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2011.

WILMORE, J. H.; COSTILL, D. L. **Fisiologia do esporte e do exercício**. 5. ed. São Paulo: Editora Manole, 2013.

Anotações

Anotações

Anotações

Anotações

Anotações

Anotações

ISBN 978-85-8482-816-6

9 788584 828166 >