

ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS CARDIOVASCULARES E RESPIRATÓRIAS PROVOCADOS PELO TREINAMENTO AERÓBICO NA PRÁTICA DE EDUCAÇÃO FÍSICA ADAPTADA E ESPORTE ADAPTADO

Cassio Hartmann¹

Gabriel César Dias Lopes²

Fábio da Silva Ferreira Vieira³

Bensson V Samuel⁴

RESUMO

A referida pesquisa é um estudo analítico descritiva, com abordagem qualitativa que adota como instrumentos para a coleta dos dados a pesquisa bibliográfica, com base em roteiro previamente estabelecido. O objetivo do presente artigo é descrever as alterações cardiovasculares e respiratórias provocados pelo treinamento aeróbico na prática da Educação Física Adaptada e do Esporte Adaptado. Para finalizarmos o presente artigo, destacamos a importância e os benefícios da prática do treinamento aeróbico e conforme estudo realizado pelos autores em outras pesquisas recomendam a prática da atividade e do exercício físico. Portanto, pode-se concluir que é fundamental e de suma importância que alunos da Educação Física Adaptada e Atletas do Esporte Adaptado realizem treinamento aeróbico orientado e acompanhado por professor e profissional de Educação Física, afim de um plano sistemático e progressivo para que se possa obter as alterações fisiológicas quando se diz dos aspectos cardiovasculares e respiratórios.

Palavras-chaves: Educação Física Adaptada; Esporte Adaptado; Alterações Fisiológicas.

¹Professor de Educação Física SEM FRONTEIRAS DA FIEP-BRASIL / Delegado Adjunto Nacional da Federação Internacional de Educação Física FIEP / Secretario e Imortal da ABEF – Academia Brasileira de Educação Física / Conselheiro CREF 19AL / Professor de Educação Física do Instituto Federal de Alagoas/IFAL e doutorando em saúde coletiva com ênfase em Educação Física E-mail: cassiohartmann04@gmail.com

² Prof. Dr. Gabriel C. D. Lopes, PhD Professor e Orientador Doutor em Educação / PhD em Psicanálise Clínica Presidente da LUI – Logos University Int. Professor / Membro Imortal da ABEF – Academia Brasileira de Educação Física – E-mail: president@unilogos.education

³ Professor Co-orientador / Doutor em Ciências do Movimento Humano / Mestre em Educação Física / Especialista em Fisiologia do Exercício / Delegado Adjunto da Federação Internacional de Educação Física FIEP-PR. E-mail: vieira.fsf@gmail.com

⁴ Professor de Ciências e Médico / Bacharel em Medicina Poznan University of Medical Science, Poland / Bacharel em Ciências Médicas e Laboratoriais (Cito-Tecnologia) University of Connecticut, Storrs, CT, USA / Especialista em Clínica Geral Queen Mary University / Especialista em Urgência e Emergência Medvarsity-Apollo Hospital / Doutorado em Liderança e Gestão Estratégica London School of Internation Business / Doutorado PhD: Pan-American University - Health Care Management / Doutorado PhD: Swiss Open University in Economics. E-mail: besson123@yahoo.com

ABSTRACT

The referred research is a descriptive analytical study, with a qualitative approach that adopts bibliographic research as instruments for data collection, based on a previously established script. The purpose of this article is to describe the cardiovascular and respiratory changes caused by aerobic training in the practice of Adapted Physical Education and Adapted Sports. To conclude this article, we highlight the importance and benefits of the practice of aerobic training and, according to a study carried out by the authors in other studies, they recommend the practice of activity and physical exercise. Therefore, it can be concluded that it is fundamental and extremely important that students of Adapted Physical Education and Athletes of Adapted Sport perform aerobic training guided and accompanied by a Physical Education teacher and professional, in order to have a systematic and progressive plan so that they can obtain physiological changes when it comes to cardiovascular and respiratory aspects.

Keywords: Adapted Physical Education; Adapted Sports; Physiological changes.

RESUMEN

La investigación referida es un estudio analítico descriptivo, con enfoque cualitativo que adopta la investigación bibliográfica como instrumentos para la recolección de datos, con base en un guión previamente establecido. El propósito de este artículo es describir las alteraciones cardiovasculares y respiratorias provocadas por el entrenamiento aeróbico en la práctica de Educación Física Adaptada y Deportes Adaptados. Para finalizar este artículo, destacamos la importancia y los beneficios de practicar entrenamiento aeróbico y, según un estudio realizado por los autores en otros estudios, recomiendan la práctica de actividad y ejercicio físico. Por tanto, se

puede concluir que es fundamental y sumamente importante que los estudiantes de Educación Física Adaptada y Deportistas de Deporte Adaptado realicen un entrenamiento aeróbico guiados y acompañados por un docente y profesional de Educación Física, a fin de tener un plan sistemático y progresivo para que puedan obtener cambios fisiológicos en los aspectos cardiovasculares y respiratorios.

Palabras clave: Educación Física Adaptada; Deportes adaptados; Cambios fisiológicos.

1 INTRODUÇÃO

Winnick (2004) explica que a Educação Física Adaptada é uma subárea da Educação Física que engloba as suas intervenções típicas em programas individualizados, voltados ao atendimento das necessidades específicas das pessoas, em que adaptações são realizadas para possibilitar a sua participação em atividades dessa natureza.

O esporte adaptado surgiu no começo do século XX, por volta de 1922, quando foi fundado o Comitê Internacional de Esportes para Surdos, sendo que as pessoas com esta específica deficiência se organizaram e realizaram sua própria competição: os jogos silenciosos. Em 1945, após o término da Segunda Guerra Mundial, tendo em vista o grande número de pessoas lesionadas na coluna vertebral e também amputadas devido o conflito nos países europeus, um médico alemão neurocirurgião Ludwig Guttmann iniciou o trabalho de reabilitação médica em veteranos de guerra, utilizou-se de práticas esportivas para tal finalidade (AUGUSTO & BRANCATTI, 2010).

Ainda para (AUGUSTO & BRANCATTI, 2010). O esporte adaptado surge para proporcionar a pessoa com deficiência física a integração ao meio social, e proporcionando benefícios físicos nas quais ele necessita para sobreviver e ter uma melhor qualidade de vida.

No Brasil, assim como em vários países, as (DCNT) Doenças Crônicas não Transmissíveis constituem o problema de saúde de maior magnitude, sendo responsáveis por 72% das mortes, com destaque para os quatro grupos de causas de morte enfocados pela (OMS) Organização Mundial de Saúde cardiovasculares; câncer; respiratórias crônicas; e diabetes (HARTMANN et. al, 2020).

O objetivo do presente artigo é descrever as alterações cardiovasculares e respiratórios provocados pelo treinamento aeróbico na prática da Educação Física Adaptada e do Esporte Adaptado, por isso se faz necessário abordar esse tema que é pouco discutido entre os profissionais que trabalham com essa população específica e que precisam ter o embasamento teórico e formal, para que possam planejar o macro, meso e micro-ciclo de treinamento a fim de almejar e alcançar os resultados fisiológicos da prática do exercício aeróbico.

A referida pesquisa é um estudo analítico descritiva, com abordagem qualitativa que adota como instrumentos para a coleta dos dados a pesquisa bibliográfica, com base em roteiro previamente estabelecido conforme orientações de (SEVERINO, 2016).

Este artigo está dividido em introdução e mais três subtópicos. No primeiro é descrito a capacidade cardiorrespiratória e a intensidade do treinamento aeróbico conceituando capacidade e resistência aeróbica. No segundo aborda-se sobre as alterações fisiológicas do sistema de transporte de oxigênio durante o exercício aeróbico e para finalizar as considerações finais.

2 CAPACIDADE CARDIORRESPIRATÓRIA E INTENSIDADE DO TREINAMENTO AERÓBICO

(...) a resistência cardiorrespiratória está relacionada ao corpo como um todo especificamente, ela se refere à capacidade do corpo de sustentar o exercício rítmico e prolongado. (...) está altamente relacionada com o desenvolvimento dos sistemas cardiovascular e respiratório e, portanto, com o seu desenvolvimento aeróbico. (WILMORE & COSTILL, 2001).

A resistência cardiorrespiratória relaciona-se à capacidade do organismo de liberar oxigênio suficiente para suprir as demandas dos tecidos ativos.

O controle do sistema cardiorrespiratório é realizado através do sistema nervoso central (SNC) pelos combinados esforços das áreas respiratórias e cardiovasculares que estão no cérebro elas por sua vez, recebem incessantemente informação acerca da adaptação da troca e do transporte dos gases, de forma direta ou partindo-se de vários receptores dispersos pelo corpo.

Para a eficiência funcional global do sistema cardiorrespiratório, é fundamental o controle nervoso desse sistema. Não se podem esquecer as adaptações cardiorrespiratórias que pelo SNC, não são controladas.

Os aumentos na temperatura, na acidez e no CO_2 do sangue desviam, de forma benéfica, a curva de dissociação da HbO_2 para a direita, durante o exercício.

Ainda mais, estes mesmos fatores, mais uma PO_2 baixa (denominados coletivamente metabólicos vasodilatadores), também promovem vasodilatação local das arteríolas que irrigam os músculos ativos, como ajustagens feitas pelos próprios músculos lisos em resposta a alterações havidas em seu meio ambiente local. Podemos mencionar também o aumento do retorno venoso que resulta das ações mecânicas das bombas muscular e respiratória” (FOX et al, 2001).

Essas ajustagens apresentam-se como um tipo de mecanismo de controle para a eficiência funcional global do sistema cardiorrespiratório, principalmente durante o exercício.

O VO_2 máx, ou potência aeróbica máxima, é definido como a maior taxa na qual o oxigênio pode ser consumido durante o exercício máximo; tipicamente, ele é expresso em milímetros de oxigênio consumido por quilograma de peso corporal por minuto ($\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$). (NIEMAN, 1999).

A capacidade cardiorrespiratória é definida como habilidade de realizar atividades físicas de caráter dinâmico (FERNANDES, 2003, NIEMAN, 1999).

Segundo Wilmore & Costill (2001) é definido como a maior taxa de consumo de oxigênio possível de ser atingido durante o exercício máximo ou exaustivo.

Se a intensidade do exercício for aumentada além do ponto em que o VO_2 máx é atingido, o seu consumo de oxigênio irá estabilizar ou diminuir de maneira discreta. Desta forma, o VO_2 máx é um fator de importância na definição do ritmo ou da intensidade do exercício que o indivíduo pode suportar.

Com o treinamento de endurance, termo que descreve dois conceitos separados, mas que estão relacionados: Na resistência muscular e cardiorrespiratória existem aumentos médios do VO_2 máx, onde mais oxigênio pode ser utilizado tanto liberado quanto consumido do que no estado de não-treinamento.

Isso oferece ao indivíduo realizar atividades de endurance com níveis maiores de trabalho ou em um ritmo mais rápido, fazendo com que seu potencial de desempenho progrida.

Com os treinamentos de força e anaeróbico do tipo explosão, algumas melhoras da função cardiorrespiratória podem acontecer, porém são pequenas.

Os indivíduos aerobicamente treinados possuem menor risco de doença coronariana, pressão alta, derrame, diabetes, obesidade, diversos tipos de câncer, osteoporose, ansiedade e depressão.

De acordo com o American College of Sports Medicine (2000), para aumentar a resistência cardiorrespiratória ou VO^2 máx., é necessário que o programa aeróbico básico seja realizado de três a cinco vezes por semana, com sessões de 20 a 60 minutos contínuo ou intervalado.

Este deverá estar estritamente ligada à intensidade de sua realização, pois os exercícios de diferentes durações são assegurados por sistemas energéticos e que devem estar numa intensidade de 50% - 85% do VO^2 máx (ou 60% - 90% da frequência cardíaca máxima).

Ocorrerão ganhos maiores no VO^2 máx., conforme a frequência, duração e intensidade. Quando o objetivo é somente a melhoria da saúde e da qualidade de vida, a atividade física de menor intensidade distribuída durante o dia parece ser suficiente.

Wilmore e Costill (2004) determinam que a duração ideal do exercício é de 20 a 30 minutos, trabalhando na intensidade adequada, sendo que o fundamental é atingir o limiar desejado, tanto da duração quanto da intensidade.

A quantificação da resistência aeróbica é feita através de testes que podem ser realizados de duas formas distintas: diretamente, através da medida direta do consumo de oxigênio e de forma indireta, onde o consumo de oxigênio é calculado em função da frequência cardíaca, distância percorrida e da resistência do ergômetro (CARNAVAL, 1998).

Atualmente, a eficiência do sistema cardiorrespiratório pode ser avaliada medindo-se a capacidade aeróbica máxima (VO^2 máx.) em um só parâmetro. Isto permite uma avaliação global deste sistema ao invés do exame dos componentes:

função pulmonar, função cardíaca, diferença artério-venosa, sangue etc. (FERNANDES, 2003).

A verificação do aumento do VO^2 máx. é o método comumente utilizado para indicar a eficácia de um treinamento. Adicionalmente, o VO^2 máx. também é utilizado no desenvolvimento da prescrição dos exercícios.

3 ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS DO SISTEMA DE TRANSPORTE DE OXIGÊNIO DURANTE O EXERCÍCIO AERÓBICO

A liberação e o transporte de oxigênio são importantes funções partilhadas pelos sistemas respiratório e cardiovascular. São coletivamente chamados de sistema de transporte de oxigênio.

Seu funcionamento é determinado pelo volume de ejeção, pela frequência cardíaca e pela diferença arteriovenosa de oxigênio que segundo (WILMORE & COSTILL, 2001) é a diferença entre o conteúdo de oxigênio do sangue arterial e o conteúdo de oxigênio do sangue venoso, informando quanto de oxigênio é extraído pelos tecidos, na seguinte equação:

$$VO^2 \text{ máx.} = VE \times FC \times \text{diferença a- VO}^2 \text{ máx.}$$

Esta equação, a equação de Fick, determina a velocidade com que o oxigênio é consumido pelos tecidos corporais; sabendo-se que, de forma natural, a necessidade de oxigênio dos tecidos ativos durante o exercício é aumentada.

“A principal diferença no sistema de transporte do oxigênio entre indivíduos treinados e destreinados reside num maior volume de ejeção”. (FOX et al., 2001).

As alterações cardiovasculares e respiratórias mais comuns provocadas pelo treinamento aeróbico são: hipertrofia cardíaca, redução da frequência cardíaca e pressão arterial, aumento no volume de ejeção, aumento no volume sangüíneo e na concentração total de hemoglobina, maior densidade capilar, hipertrofia dos músculos esqueléticos e aumento nos volumes respiratórios que aumentam o VO^2 máximo (FOX et al., 2001).

Decorrentes do treinamento, adaptações cardiovasculares acontecem tais como:

Tamanho do Coração: decorrentes do treinamento de endurance, aumentam o volume e o peso do coração e, em consequência a espessura da parede e o tamanho da câmara do ventrículo esquerdo, devido ao aumento da demanda do trabalho.

O enchimento do ventrículo esquerdo durante a diástole, depois do treinamento, é mais completo decorrente do treinamento, o volume plasmático é aumentado, acarretando num maior volume sanguíneo disponível a entrar no ventrículo, causando um maior volume diastólico final (VDF).

Devido à frequência cardíaca de um coração treinado ser menor no repouso e no mesmo nível absoluto de trabalho, há um aumento do tempo de enchimento diastólico.

Ocorre um aumento na distensão das paredes ventriculares devido à maior quantidade de sangue que entra nestas câmaras em consequência, isso leva a uma retração elástica mais forte, através do mecanismo de Frank Starling que segundo (FOX et. ali, 2001) este mecanismo estabelece que o volume de ejeção aumenta em resposta a um aumento no volume de sangue que enche o ventrículo cardíaco durante a diástole.

O aumento no volume diastólico produz uma maior distensão da fibra cardíaca, a qual por sua vez, promove uma sístole ventricular mais poderosa como resultado mais sangue é ejetado e o volume de ejeção aumenta.

Entretanto, o principal papel do mecanismo de Starling, tanto em repouso quanto durante o exercício, consiste em manter o débito do ventrículo esquerdo e direito em equilíbrio mútuo, de forma que o fluxo sanguíneo através do circuito sistêmico e pulmonar seja mantido em iguais condições.

A massa ventricular é aumentada com o treinamento, causando uma contração mais forte e, conseqüentemente uma redução do volume sistólico final (VSF), pois uma maior quantidade de sangue é forçada para fora do coração, fazendo com que o ventrículo esquerdo após a sístole deixe menos sangue.

Durante o exercício aeróbico a quantidade de sangue bombeada pelo coração é alterada de acordo com a demanda elevada de oxigênio do músculo esquelético e o débito cardíaco aumenta durante o treino, em proporção direta à taxa metabólica

exigida pela realização do trabalho.

A frequência cardíaca e o débito cardíaco começam a aumentar no primeiro segundo após a contração muscular.

A Frequência Cardíaca (FC) é medida primariamente pela atividade direta do sistema nervoso autônomo (SNA), através dos ramos simpáticos e parassimpáticos sobre a auto-ritmicidade do nódulo sinusal, com predominância da atividade vagal (parassimpática) em repouso e simpática durante o exercício.

Durante o exercício, a Frequência Cardíaca (FC) aumenta linearmente com os aumentos na carga de trabalho e no VO_2 máx. em indivíduos tanto treinados quanto não-treinados.

Em contra partida, a Frequência Cardíaca (FC) de repouso pode diminuir de maneira acentuada, como resultado do treinamento de endurance essas reduções indicam que o coração se torna mais eficiente com o treinamento.

A Frequência Cardíaca (FC) tanto em repouso quanto durante o exercício, é um bom indicador de quão intenso o coração está trabalhando (WILMORE; COSTILL, 2001).

A Frequência Cardíaca (FC) máx mantém-se inalterada ou reduz-se discretamente com o treinamento quando diminui, provavelmente irá admitir um ideal volume de ejeção maximizando o débito cardíaco.

O coração gasta menos energia contraindo mais forte e menos freqüentemente devido ao treinamento; permitindo assim, que o coração ejete maior quantidade de sangue oxigenado com o gasto energético menor, indicando um sistema circulatório eficiente. (MCARDLE, 1999).

A Frequência Cardíaca (FC) não retorna ao seu nível de repouso instantaneamente quando o período de exercício termina, ela ainda continua alta durante um certo tempo, voltando lentamente à frequência de repouso (FCR), este período de retorno é chamado de período de recuperação da frequência cardíaca e este é utilizado como um indicador do condicionamento cardiorrespiratório.

Considerando-se, que há uma redução deste tempo decorrente do treinamento de endurance. No entanto, este valor não é útil para comparar os níveis de condicionamento de pessoas diferentes.

Pode ocorrer uma redução na frequência cardíaca com o treinamento de força, porém não é tão confiável ou grande o bastante quanto as observadas no treinamento de endurance.

A Frequência Cardíaca (FC) pode ser influenciada por vários fatores externos ao organismo e normalmente esta variação acontece para cima, aumentando o número de batimentos do coração por minuto, alguns fatores que influenciam a Frequência Cardíaca (FC) a saber:

Altitude: como se sabe existe uma pressão de oxigênio menor que a do nível do mar, desencadeando assim vários ajustes fisiológicos na tentativa de se restabelecer o equilíbrio do organismo.

Um desses ajustes é o aumento da F.C, que acontece pela necessidade de se aumentar o fluxo sanguíneo, pois a necessidade de oxigênio não se altera, sendo o mesmo que ao nível do mar, e então com esse aumento de fluxo, espera-se ter a mesma quantidade de oxigênio para reequilibrar as demandas do organismo.

A umidade relativa do ar: quando elevada faz o indivíduo reduzir a potencialidade de perder calor pela evaporação, com isso a temperatura interna do organismo se eleva.

Através de estudos de termoregulação, que com o aumento desta temperatura interna se perde rendimento tanto para a prática de atividade física como para tarefas diárias normais.

Ansiedade: influencia com características particulares frente as situações enfrentadas para alguns o aumento da Frequência Cardíaca (FC) é motivada pela ansiedade pode ocorrer antes de uma corrida que irá participar, para outros antes de provas escolares e pôr vários outros motivos.

Esta elevação da Frequência Cardíaca (FC) ocorre devido a fatores bioquímicos, como uma maior produção de adrenalina e/ou outras substâncias. Pode-se controlar este fator de várias formas, mas a principal é a preparação adequada para a situação que será enfrentada.

No calor: quando se faz atividade física em ambientes quentes, a quantidade de ejeção de sangue do coração para a musculatura e outros órgãos (volume de ejeção) costumam diminuir, para compensar este efeito a Frequência Cardíaca (FC) é aumentada proporcionalmente para exercícios submáximos.

Caso o praticante não esteja concentrado no exercício que está executando a sua eficiência mecânica estará comprometida, ocorrendo assim um gasto energético maior. Levando a um esforço maior para a execução do movimento desejado. (CANADIAN JOURNAL OF APPLIED PHYSIOLOGY, 2003).

A intensidade é a variável chave para o aumento da aptidão aeróbica, tendo a Frequência Cardíaca (FC) como meio conveniente para monitorar a intensidade do exercício.

A Frequência Cardíaca (FC) reduzida durante um nível dado de exercício é usada freqüentemente como indicador de melhora da aptidão aeróbica e com o treinamento de resistência o coração transforma-se em uma bomba mais forte, mais sangue é bombeado pôr sístole, e assim o coração bate menos vezes para circular a mesma quantidade de sangue.

Já a Frequência Cardíaca (FC) aumentada pode ser um indicador enganador do stress no exercício, porque a Frequência Cardíaca (FC) pode aumentar por razões maiores que a sobrecarga do sistema de liberação de oxigênio que ocorre durante o exercício aeróbico.

Durante o treinamento com peso, por exemplo, a Frequência Cardíaca (FC) aumenta, mas o sistema de liberação de oxigênio não é desafiado nem é sobrecarregado.

De fato o sangue que corre através dos músculos é interrompido durante contrações poderosas, onde o sangue, corre para os músculos e causa o seu inchaço ou seja, edema.

Por outro lado, este processo é muito diferente no exercício aeróbico, em que o sangue flui continuamente através dos músculos e o consumo de oxigênio é quase que constante.

A duração e a freqüência do exercício e os tipos de exercício que melhoram a capacidade aeróbica são aqueles que envolvem grandes grupos de músculos em movimentos repetitivos (CANADIAN JOURNAL OF APPLIED PHYSIOLOGY, 2003).

As seguintes considerações podem ser usadas para determinar a F.C máxima do ciclista a primeira é mais exata e pode haver discrepâncias marcadas entre a F.C máxima estimada e os resultados reais (até 5% da população pode ter Frequência Cardíaca (FC) de 20 batidas acima ou abaixo da estimada).

Há cinco "zonas de treinamento" ou escalas de Frequência Cardíaca (FC) estas são divididas arbitrariamente e podem diferir de artigo para artigo ou treinador para treinador.

Estão baseados no aumento da Frequência Cardíaca (FC) e no débito cardíaco, enquanto o consumo do oxigênio do músculo exercitado aumenta, e no conceito dos benefícios do stress variável em desenvolver o músculo exercitado (cardíaco ou esquelético)

Como se move para cima a hierarquia das zonas de treinamento, exercitando-se com aumentos da intensidade há um deslocamento da gordura e carboidratos como uma fonte de energia para o músculo, abaixo de 70% Frequência Cardíaca (FC) máxima queima gordura preferencialmente e, quando a Frequência Cardíaca máxima (FCM) é atingida, há um deslocamento nas células do músculo anaeróbicas (sem oxigênio) aumentando o metabolismo e produzindo ácido láctico.

As zonas de intensidade da Frequência Cardíaca (FC) são divididas como segue: zona 1- 65% da Frequência Cardíaca Máxima (FCM) passeios de recuperação; zona 2 - 65-72% da Frequência Cardíaca Máxima (FCM) (resistência) zona 3 - 73-80% da Frequência Cardíaca Máxima (FCM) (atividade aeróbica de nível elevado); zona 4 - 84-90% da Frequência Cardíaca Máxima (FCM) limiar do lactato; zona 5 - 91-100% da Frequência Cardíaca Máxima (FC) corridas e treinamento anaeróbico.

Os estímulos provenientes do córtex motor no início do exercício, ativam a atividade simpática, que se mantém pelos estímulos dos receptores centrais e periféricos que captam a mudança no PH e PCO₂ aumentando o ácido láctico e consequentemente a Frequência Cardíaca (FC).

É bastante comum a Frequência Cardíaca (FC) sub-máxima sofrer uma redução de 12 a 15 batidas por minuto (bpm) como resultado de treinamento aeróbico, enquanto a Frequência Cardíaca (FC), em indivíduos destreinados, sofre uma rápida aceleração, na medida em que a atividade do exercício aumenta.

Em indivíduos treinados aumentam num grau muito menor e consequentemente, o indivíduo treinado poderá realizar um trabalho mais intenso, adquirindo uma captação de oxigênio (O²) mais alta do que os destreinados antes de alcançar uma determinada FC sub-máxima (GUYTON, 2001).

Segundo Weineck (1999) a quantidade de sangue por minuto é conhecida como volume minuto cardíaco (VMC), que é o produto da frequência cardíaca (FC) pelo volume sistólico (quantidade de sangue que é expulsa do ventrículo para as vias sanguíneas, durante a contração).

Uma pessoa não treinada aumenta o seu VMC principalmente através do aumento da frequência cardíaca; o treinado, através do aumento do volume sistólico.

Do ponto de vista energético, o aumento do volume sistólico é mais favorável que o aumento da frequência, pois há um menor gasto do oxigênio utilizado. Com o treinamento, ocorre uma hipertrofia cardíaca e a dilatação das cavidades cardíacas.

O significado fisiológico aparece no maior refluxo de sangue venoso para o coração durante a atividade muscular intensa e o aumento da regulação do coração, por vias nervosas. Em termos de energia, existe uma importante economia do coração, pois com a sua hipertrofia, do volume minuto cardíaco, da pulsação e da absorção máxima de oxigênio, há uma diminuição da frequência cardíaca.

De acordo com os resultados obtidos nos estudos realizados por Araújo (1986), o volume sistólico eleva-se normalmente com o exercício, até aproximadamente metade da potência aeróbica máxima.

Durante o exercício, a Frequência Cardíaca aumenta de forma linear com incremento das cargas de trabalho, sendo este um dos parâmetros de maior importância na avaliação da intensidade do esforço (ARAÚJO, 1986).

Durante o repouso são considerados normais entre 60 e 100 batimentos cardíacos por minuto (bpm) para não atletas e inferior a 50 batimentos cardíacos por minuto (bpm), para atletas bem treinados (ARAÚJO, 1986).

Karvonen e Vourimaa (1988) e Denadai (1994) afirmam que a porcentagem da frequência cardíaca máxima (%FC_{máx}) tem sido extensivamente utilizada como meio de prescrição da intensidade de exercício.

Isto ocorre pela grande facilidade que existe em sua mensuração e, também por sua estreita relação com o Consumo de Oxigênio (VO² máx.) e conseqüentemente, com a intensidade do exercício.

Débito Cardíaco: "(...) é definido como a quantidade de sangue bombeada por minuto pelo coração ou, mais especificamente, pelo ventrículo esquerdo". (FOX, et al., 1988) ele informa quanto de sangue oxigenado deixa o coração durante 1 (um) minuto.

No repouso ou em níveis sub-máximos de exercício, o débito cardíaco continua inalterado ou decresce após o treinamento. Já nos níveis máximos de exercício há um aumento considerável, devido na maioria das vezes, ao acréscimo do volume de ejeção máximo.

Dessa forma Wilmore & Costill (2001) diz que pessoas maiores, tipicamente apresentam volumes de ejeção maiores. É importante que isso seja lembrado ao se comparar os volumes de ejeção de pessoas diferentes durante o exercício e que há grandes aumentos no débito cardíaco isso se deve ao aumento no volume de ejeção e na frequência cardíaca. A equação se dá da seguinte forma:

$$\text{Débito Cardíaco} = \text{VE} \times \text{FC}$$

Fluxo Sangüíneo: o sistema cardiovascular se adapta para aumentar o fluxo sangüíneo, à medida que músculos se tornam mais treinados, necessitando, assim, de uma maior quantidade de oxigênio e de nutrientes. Wilmore & Costill (2001) dizem que são quatro fatores responsáveis por esse aumento de suprimento sangüíneo aos músculos que acompanha o treinamento:

1. aumento da capilarização dos músculos treinados;
2. maior abertura dos capilares existentes nos músculos treinados;
3. redistribuição sangüínea mais efetiva;
4. aumento do volume sangüíneo.

A redistribuição sangüínea que acontece no exercício resulta: da vasoconstrição reflexa das arteríolas que irrigam as áreas inativas do corpo; da vasodilatação reflexa das arteríolas que irrigam os músculos ativos; da vasodilatação nos músculos ativos causada por aumentos na temperatura local, no CO_2 e nos níveis de ácido láctico, assim como por uma redução no O_2 , particularmente com o prosseguir do exercício.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Vários são os artigos e livros publicados sobre Educação Física Adaptada e Esporte Adaptado e poucos abordam a questão das alterações cardiovasculares e respiratórias provocados pelo treinamento aeróbico, no qual procuramos descrever nesse trabalho com o intuito de levar informações para os professores e profissionais da Educação Física e áreas afins da saúde que é de suma importância realizar treinamento aeróbico com Portadores de Necessidades Especiais (PNEs).

Em tempo ressaltamos o trabalho realizado por (HARTMANN et. al., 2020) aonde pode-se observar que as Doenças Crônicas não Transmissíveis no Brasil, assim como em diversos países, constituem problema de saúde em maior magnitude, sendo responsáveis por milhões de mortes em todos os continentes, com destaque para os quatro grupos de causas de morte enfocados pela Organização Mundial de Saúde – OMS, que são as doenças cardiovasculares, câncer, respiratórias crônicas e diabetes.

Para finalizarmos o presente artigo, destacamos a importância e os benefícios da prática do treinamento aeróbico já citado por (HARTMANN et. al., 2020) aonde dissertam sobre as recomendações da prática da atividade e do exercício físico.

Portanto pode-se concluir que é fundamental e de suma importância que alunos da Educação Física Adaptada e Atletas do Esporte Adaptado realizem treinamento aeróbico orientando e acompanhado por professor e profissional de Educação Física, afim de um plano sistemático e progressivo para que obtenha os resultados com as alterações fisiológicas quando se diz dos aspectos cardiovasculares e respiratórios.

REFERÊNCIAS

AUGUSTO, I; BRANCATTI, R. P. Esporte Adaptado: Conceito Histórico e Evolução na Cidade de Presidente Prudente. **FIEP BULLETIN** - Volume 80 - Special Edition - ARTICLE I – 2010.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. **Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

CARNAVAL, Paulo Eduardo. **Medidas e Avaliação em Ciências do Esporte**. Rio de Janeiro: Sprint, 1998.

FERNANDES F.J. **A Prática da Avaliação Física**. RJ: Shape, 2003.

FOX, E.L.; BOWERS, R. W.; MERLE, L. F. **Bases Fisiológicas da Educação Física e dos Desportos**. São Paulo: Santuário, 2001.

GUYTON, Arthur C. **Fisiologia Humana**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

HARTMANN, C., LOPES, G.C.D., VIEIRA, F.S.F., SAMUEL, B.V. Epidemiologia das Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT) e os Benefícios da Atividade e do Exercício Físico. **Revista Cognitionis**, Rio de Janeiro, 2020.

HARTMANN, C., LOPES, G.C.D., VIEIRA, F.S.F., SAMUEL, B.V. Epidemiologia: CORONAVÍRUS (COVID-19) e Recomendações da Prática de Atividade Física e Exercício Físico. **Revista Cognitionis**, Rio de Janeiro, 2020.

KARVONEN, J; VUORIMAA, T. Heart rate and exercise intensity during sports activities. **Practical application. Sports Med**, v. 5, p.303-312, 1988. KAZUTO OMIYA, HARUKI ITOH, NAOMI HARADA, TOMOKO MAEDA, AKIHIKO TAJIMA, KEIKO OIKAWA, AKIRA KOIKE, TADANORI AIZAWA, LONG-TAI FU, NAOHIKO OSADA. Relationship between double product break point, lactate threshold, and ventilatory threshold in cardiac patients. **European Journal of Applied Physiology**, Março, 2004.

LEICHT, ANTHONY S., ALLEN, GRAHAM D., HOEY, ANDREW. Influence on Intensive Cycling Training on Heart Rate Variability During Rest and Exercise. **Canadian Journal of Applied Physiology**. 2003.

McARDLE, William D.; KATCH, Frank I. & KATCH, Victor L. **Fisiologia do Exercício: Energia, Nutrição e Desempenho Humano**. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1999.

NIEMAN, David C. **Exercício e Saúde**. São Paulo: Manole, 1999.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do Trabalho Científico**. rev. e atual. São Paulo: Cortez, 2016.

WEINECK, J. **Treinamento Ideal**. 9° ed. São Paulo: 1999.

WINNICK, J. P. Educação física e esportes adaptados. Barueri, SP: Manole, 2004.

WILMORE, J. H.; COSTILL, D. L. **Physiology of Sport and Exercise**. Human Kinetics, 2001.

WILMORE, J. H.; COSTILL, D. L. **Physiology of Sport and Exercise**. Human Kinetics, 2004.