

N. CLASS.	M796
CUTTER	B862x
ANO/EDIÇÃO	2014

CENTRO UNIVERSITARIO DO SUL DE MINAS – UNIS/MG

EDUCAÇÃO FÍSICA

HÉRCULES DA COSTA BRITO

**REAÇÕES BIOQUÍMICAS E TRANSFORMAÇÕES BIOLÓGICAS DURANTE
ATIVIDADE FÍSICA: Traçando um paralelo com atividades aquáticas e a enzima
AMPD (adenosina monofosfato deaminase)**

Varginha

2014

FEPESMIG

**REAÇÕES BIOQUÍMICAS E TRANSFORMAÇÕES BIOLÓGICAS DURANTE
ATIVIDADE FÍSICA: Traçando um paralelo com atividades aquáticas e a enzima
AMPD (adenosina monofosfato deaminase)**

Hércules da Costa Brito*

Flavia Regina Alves**

Alan Peloso Figueiredo***

RESUMO

Ao praticar uma atividade física o organismo necessita de energia como forma de equilibrar as reações bioquímicas e as transformações biológicas também conhecidas como atividade celular que ocorrem ao sair do metabolismo basal. Durante exercícios físicos em ambiente aquático o gasto energético é alto em relação a exercícios em terra, isso ocorre devido à viscosidade da água e a necessidade de movimentos rápidos com o corpo coberto pela água até o pescoço. A enzima adenosina monofosfato deaminase é responsável por gerar energia pela quebra da glicose, gordura e proteína muscular esquelética, dando precisão na contração e relaxamento da fibra muscular. O objetivo deste artigo foi analisar os tipos de músculos, a contração muscular, atividades em meio aquático, o metabolismo, as formas de consumo e geração de energia, as complicações pela alteração genética e a melhor forma de treinamento a ser executado em caso de alterações genéticas. Para desenvolver o trabalho foram utilizados tipos de pesquisas explicativas, levantamento, exploratório e básico. Foram utilizados como instrumentos de pesquisas textos, sites especializados e vídeos deram base para formação do trabalho. Conclui-se que as câimbras, fadiga e dores podem estar ligadas com a falta da enzima AMPD, assim ao praticar atividades aquáticas o metabolismo ativado é o aeróbio, possibilitando que a enzima AMPD seja preservada devido ao uso de oxigênio como fonte de energia para o exercício.

Palavras-chave: Atividade celular. Atividades aquáticas. Enzima AMPD.

*Graduando em Educação Física pela instituição de ensino Centro Universitário do Sul de Minas Gerais/UNIS-MG. E-mail: hercules.gdmat@hotmail.com

**Professora Mestre em Educação Física na Universidade Federal de Juiz de Fora/UFJF. E-mail: flaviarfalves@gmail.com

***Professor Mestre em Biotecnologia em Saúde pela Universidade Vale do Rio Verde/Unincor. E-mail: alanpf@terra.com.br

1 INTRODUÇÃO

Este artigo realizou uma análise sobre os tipos de músculos existentes no corpo humano, a forma que ocorre a contração muscular e a fadiga, as características das atividades em meio aquático, o metabolismo ativado nas atividades físicas, as formas de consumo e geração de energia, as complicações pela alteração genética e a melhor forma de treinamento a ser executado em caso de alterações genéticas.

Sabe-se que a atividade física promove benefícios, porém dificuldades são encontradas por praticantes durante o exercício físico, pois estas podem estar relacionadas com a falha de uma enzima e não com o aprendizado motor e cognitivo, assim o professor de Educação Física deve saber como conduzir sua aula para preservar e melhorar a saúde dos praticantes além de promover o gosto pela prática de atividade física.

Ao término da pesquisa espera-se contribuir com o entendimento sobre as reações bioquímicas e transformações biológicas durante atividade física na natação considerando a função da enzima AMPD (adenosina monofosfato deaminase), propondo algumas atividades a serem trabalhadas como forma de amenizar a falta da AMPD para que o treinamento físico obtenha caráter prazeroso.

2 TIPOS DE FIBRA MUSCULAR

De acordo com Naoum (2010, p.121) “a resistência física está intimamente ligada a nossa musculatura que é diferenciada em dois tipos: a cardíaca e a esquelética.” Conforme Naoum (2010) o músculo do tipo cardíaco trabalha constantemente e de forma cíclica tanto na contração como no relaxamento, já o músculo do tipo esquelético só é acionado em resposta a algum estímulo, ao praticarmos natação todos os músculos do corpo são ativados, tanto o cardíaco como o esquelético.

2.1 A contração muscular

Guyton e Hall (1998) explicam que as forças que atraem os filamentos de actina e miosina são mecânicas, químicas e eletrostáticas, estas forças que fazem o deslizamento dos

filamentos são provenientes da interação das pontes cruzadas dos filamentos de miosina com os filamentos de actina.

Em repouso as forças de atração dos filamentos de actina e miosina segundo Guyton e Hall (1998) estão neutras, mas com a ocorrência do estímulo elétrico vindo do axônio para o músculo com finalidade de gerar a contração induz a liberação de grandes volumes de íons de cálcio no sarcoplasma que irrigam as miofibrilas, os íons de cálcio iniciam a força de atração e a adenosina trifosfato (ATP) atua como energia para contração muscular ao ser quebrada, perdendo então um fosfato, gerando uma molécula de adenosina difosfato (ADP).

Segundo Guyton e Hall (1998) o filamento de miosina possuem duas cadeias pesadas que se enrolam formando uma dupla hélice, uma das extremidades de cada cadeia forma uma estrutura polipeptídica globular denominada cabeça da miosina, na outra extremidade existe uma parte alongada que se chama cauda, já a parte que se estende junto com a cabeça da miosina forma o um braço, o conjunto de um braço e uma cabeça é chamado de ponte cruzada, cada ponte cruzada possuem dobradiças que permitem que a cabeça se estenda para longe ou que retorne para perto do corpo do filamento de miosina, na cabeça do filamento de miosina ocorre à atividade de ATPase e isso permite a quebra da ATP para ADP gerando energia resultante do fosfato liberado, energizando a contração muscular.

O filamento de actina é formado segundo Guyton e Hall (1998) por três proteínas que são a actina, tropomiosina e troponina, cada molécula de actina possui uma ADP que representa o sítio ativo do filamento de actina que acoplam os filamentos de miosina gerando contração, as moléculas de tropomiosina estão bambas e presas no filamento de actina, em repouso a tropomiosina sobrepõem os sítios ativos do filamento de actina, impedindo a atração entre os filamentos de actina e miosina, a troponina é presa na tropomiosina e na actina e é atraída por íons de cálcio, desobstruindo os sítios ativos quando em presença de íons de cálcio, possibilitando sua junção com a cabeça da ponte cruzada e essa junção irá gerar a interação entre os filamentos de actina e miosina quando em presença de ATP e íons de magnésio possibilitando a contração muscular.

Segundo Guyton e Hall (1997) existe um mecanismo chamado de sempre em frente que faz a movimentação contínua das pontes cruzadas dos filamentos de miosina alternando o acoplamento nos filamentos de actina acarretando na contração muscular.

Como já explicado por Guyton e Hall (1997) para gerar energia muscular é necessário realizar a quebra do ATP e segundo os autores essa quebra mantém a contração entre 1 a 2 segundos, após a quebra da ATP sobra ADP que é refosforilado para gerar uma nova ATP e esse processo dura poucos segundos.

Segundo Guyton e Hall (1997) existem algumas fontes de refosforilação que são a fosfocreatina (CP), o glicogênio e metabolismo oxidativo.

A fosfocreatina de acordo com Guyton e Hall (1997) sede seu íon de fósforo para a ADP transformando-a em uma nova ATP, a contração muscular energizada pela ATP-CP armazenada nos músculos tende durar de 7 a 8 segundos.

Já o glicogênio realiza a refosforilação segundo Guyton e Hall (1997) quando é quebrado resultando em ácido pirúvico e lactato que libera energia convertendo a ADP em ATP, os autores ainda completam que essa nova ATP gerada pode ser utilizada na contração muscular ou na recuperação do íon de fósforo cedido da fosfocreatina, explicando também que a glicogenólise é altamente importante para manter a contração por um curto tempo na falta de oxigênio, além de que a glicogenólise forma ATP duas vezes mais rápido do que no metabolismo oxidativo, porém a quebra do glicogênio só se mantém por 1 minuto.

O metabolismo oxidativo também gera energia segundo Guyton e Hall (1997) ao combinar o oxigênio com macronutrientes, que são carboidratos, proteína e gorduras, é possível a formação de uma nova ATP, em exercícios físicos de longa duração que podem chegar a algumas horas a energia gasta é originada em maior parte das gorduras, esse metabolismo oxidativo gera 95% da energia muscular durante contrações musculares prolongadas e constantes.

De acordo com Guyton e Hall (1998) a solicitação elevada de ATP para ser quebrada gerando energia para a musculatura resultando em ADP ocorre devido a maior quantidade de trabalho e esse fato é chamado de efeito Fenn.

Completando as explicações de Guyton e Hall (1998) e Dias et. al. (2007) explicam que quando os músculos são estimulados a se contraírem, a ATP (adenosina trifosfato) é requisitada para auxiliar na movimentação da miosina quando encaixada na actina, e durante um exercício anaeróbio ocorre maior solicitação de contrações para alcançar a meta e com isso ocorre o aumento na necessidade de ATP, chegando a um ponto que a necessidade vai ser tanta que a ATP não vai ser sintetizada novamente por falta de tempo ocasionando o aumento da ADP (adenosina difosfato) durante o exercício intenso e isso por sua vez vai reduzir o número de contrações alcançando a fadiga no músculo, porém as alterações fisiológicas que ocorrem em nosso corpo fazem com que as vias bioquímicas entrem em ação para conter essa fadiga, assim enzimas de atividade quinase e deaminase são solicitadas.

Naoum (2010) reforça dizendo que ao executamos algum tipo de atividade física seja de nível leve ou até mesmo de nível intenso nosso corpo gasta energia e o nível de consumo energético está relacionado com o nível da resistência física.

2.1.1 Fadiga muscular

Guyton e Hall (1998) explicam que a fadiga muscular é a incapacidade metabólica e de contração muscular que ocorre quando a contração dos músculos é forte e duradoura quebrando o glicogênio reduzindo os estoques deste energético, outro fator que gera a fadiga muscular é a passagem de sinais nervosos pela junção neuromuscular que fica reduzida após exercícios duradouros, a quebra da ATP no músculo sem se regenerar torna a contração muscular cada vez mais fraca gerando também a fadiga, o bloqueio da circulação sanguínea para o músculo ativo também gera fadiga muscular devido à falta do fornecimento dos nutrientes como o oxigênio.

3 ATIVIDADES EM MEIO AQUÁTICO

Cole, Morris e Routi (2000) explicam que em água o exercício físico aeróbio carece de grande quantidade de energia devido ao fato de ser um exercício de intensidade leve a moderada.

Segundo Cole, Morris e Routi (2000) durante exercícios idênticos em água e em terra o resultado obtido leva ao entendimento de que o gasto energético em água é diferente do gasto energético em terra, os autores explicam que essa diferença ocorre devido a desigualdade das propriedades físicas da água em relação à terra, essas desigualdades são a força de flutuação e a viscosidade, onde a força de flutuação diminui o peso corporal acarretando no menor gasto energético para vencer a gravidade e a viscosidade gera o aumento do gasto calórico ao vencer a resistência do movimento na água, com isso os autores completam que o gasto energético com exercícios físicos em água é maior quando a força é exercida para vencer a resistência da água e não o peso do corpo.

O gasto energético em exercícios que utilizam o peso corporal como a caminhada, trote, subida no degrau e dança aeróbia segundo Cole, Morris e Routi (2000) ocorre de acordo com a intensidade do exercício, com o peso do corpo e com a habilidade ao executar o exercício. Cole, Morris e Routi (2000) explicam que para os exercícios que não utilizam o peso do corpo como bicicleta estacionária e remo o gasto energético vai depender apenas da

intensidade do exercício e da habilidade de execução do exercício desprezando o peso do corpo.

A resistência do movimento na água segundo Cole, Morris e Routi (2000) depende do tamanho, forma e posição do corpo juntamente com a velocidade do movimento, considerando que a água fria aumenta o gasto energético devido à necessidade de manter a temperatura do corpo que se perde na água por meio de condução e convecção.

Cole, Morris e Routi (2000) esclarecem que o gasto calórico varia entre baixo, igual ou maior em relação à atividade física realizada em terra, o que influenciará o gasto será a profundidade do corpo em meio aquático e velocidade do movimento.

3.1 O ciclismo em ambiente aquático

Verificou-se nos estudos de Cole, Morris e Routi (2000) que o gasto energético está relacionado com a viscosidade da água, Costil apud Cole, Morris e Routi (2000) verificaram que na prática de ciclismo só com a cabeça para fora da água sentado em prono ou supino, executando movimentos de 50 rotações por minuto e com a temperatura da água em 25°C o gasto energético teve um aumento entre de 33% a 42% em relação ao exercício feito em terra com a temperatura de 24°C, mesmas rotações e sentado em prono ou supino, este maior gasto energético esta ligado com a resistência da água e com a velocidade dos movimentos para vencer a resistência da água.

3.2 A caminhada ou trote em ambiente aquático

A intensidade do trote ou caminhada na água segundo Cole, Morris e Routi (2000) deve ser prescrita de acordo com a frequência cardíaca e esforço percebido, o grau de intensidade dessa atividade está relacionado com o corpo imerso durante a execução e com a velocidade do movimento.

3.3 Subida no degrau em ambiente aquático

Os estudos de Cole, Morris e Routi (2000) mostraram que o gasto de energia é maior quando o movimento de subida no degrau é realizado contra a gravidade, com movimentos rápidos e com a resistência dos membros na água com auxílio da flutuação.

3.4 A natação

O exercício de natação segundo Cole, Morris e Routi (2000) tem o gasto energético relacionado com o tamanho do corpo, isto é, quanto maior for o corpo, maior será a resistência da água e a energia gasta para mover em meio aquático, a densidade do corpo também está relacionado ao gasto energético, pois quanto mais pesado for o corpo, mais energia será utilizada para manter-se na superfície, e o torque também influencia no gasto energético, pois na posição horizontal o torque ao redor do centro do volume corporal que gera a flutuação é menor.

4 METABOLISMO

Segundo Cole, Morris e Routi (2000) o metabolismo anaeróbio ocorre quando o uso de energia extravasa o limite suportado pelo metabolismo aeróbio, a ocorrência desse metabolismo é geralmente no início do exercício e em intensidade próxima da frequência cardíaca máxima.

Cole, Morris e Routi (2000) completam explicando que o resultado da quebra da glicose no metabolismo anaeróbio é o lactato que gera acidez nas células musculares e no sangue, causando hiperventilação para expelir o gás carbônico e fadiga.

Naoum (2010) concorda com Cole, Morris e Routi (2000) em relação ao exercício de metabolismo anaeróbio, Naoum (2010) explica que quando o exercício é muito intenso os músculos tendem a gastar mais energia e isso fará insuficiente a geração de energia pelo uso oxigênio respirado, com isso torna-se necessário obter energia por meio de outras fontes que são glicose e glicogênio muscular e isso caracterizará o metabolismo do exercício como

anaeróbico, outra forma de gerar energia para o corpo durante uma atividade física é com o uso do oxigênio que é retirado do ar que respiramos, caracterizando a atividade como de metabolismo aeróbico.

4.1 Formas de consumo de energia

Para Naoum (2010) o consumo de energia ocorre em resposta à atividade celular, isto é, devido às reações químicas e transformações biológicas que ocorrem nas células, o nome dado a essas reações e transformações é metabolismo celular e é dele que obtemos a energia necessária para executar as funções do corpo como as de o coração bombear o sangue, como o funcionamento de todas as células dos tecidos e órgãos, termorregulação e produção hormonal e enzimática.

De acordo com Cole, Morris e Routi (2000) o exercício em água fria gera o aumento do consumo de oxigênio, isso ocorre como forma de homeostase, o oxigênio leva energia para os tecidos musculares gerando tremores, ao queimar o oxigênio para energizar os tecidos ocorre também a geração de calor acarretando na manutenção da temperatura do corpo, o efeito da temperatura está relacionada com o nível de adiposidade, intensidade, duração do exercício e temperatura da água.

4.2 Formas de geração de energia

O fígado de acordo com Naoum (2010) é o órgão que fornece a glicose em forma de glicogênio para o músculo do tipo esquelético, já os pulmões fornecem 90% do oxigênio que inspiramos para suprir as necessidades do exercício físico e são esses fatores que tem grande influência no funcionamento e na resistência física.

Ligado a todo esse processo, a musculatura funciona como uma conversora de glicose, gordura e proteína em energia, deste modo quanto mais existir a conversão mais energia vai ser gerada para a movimentação da musculatura do tipo esquelético e a resultante de tudo isso é o calor que aparece na forma de transpiração (NAOUM, 2010).

4.2.1 A reação bioquímica para geração de energia

De acordo com Irina, Olga e Victor (S/A) o desempenho motor tem influência genética, as reações da água que gera a dupla troca do ATP (adenosina trifosfato) tem a capacidade de fornecer a energia responsável pela contração do músculo esquelético, a AMP ao ser desaminada na reação catalisada pela AMPD produz IMP (monofosfato de inosina).

Gross (2001) também segue o raciocínio de Irina, Olga e Victor (S/A) e ainda completa dizendo que a AMPD diminui a energia de ativação e aumenta a velocidade da reação da desaminação da AMP em IMP no ciclo de nucleotídeos de purina e a união da IMP com adenilossuccinato-sintetase e liase adenilossuccinato produz um intermediário do ciclo de Krebs que é o fumarato e isso acarretará na produção de energia.

Outra enzima que tem grande responsabilidade nessa reação de desfosforilação da AMP segundo Dias et. al. (2007) é a citosólica 5' nucleotidase, esta enzima além de realizar a desfosforilação ainda promove vasodilatação que auxilia no fluxo sanguíneo coronário e muscular, sendo que o fluxo sanguíneo coronário é o que possui maior relevância, já a maior concentração da enzima 5' nucleotidase ocorre no músculo estriado cardíaco e esquelético, a AMP tem maior desfosforilação em adenosina quando em presença do gene mutante e isso é resultado da atividade reduzida de AMPD, com a desfosforilação da AMPD o fluxo sanguíneo local aumenta, contribuindo com o metabolismo oxidativo do local.

Essa reação da AMPD segundo Irina, Olga e Victor (S/A) tem função de minimizar o acúmulo da ADP (adenosina difosfato) resultado da quebra da ATP em um curto prazo de exercício de alta intensidade e isso levará o equilíbrio da reação $2ADP \rightarrow ATP + AMP$ na direção da formação de ATP, esse processo tem a finalidade de evitar que o ATP diminua, aumentando a formação de ADP após o processo de contração, com isso Irina, Olga e Victor (S/A) completam que esta enzima tem grande importância como reguladora do metabolismo energético muscular quando em exercícios de alta intensidade nos seres humanos.

Dias et. al. (2007) também entendem que a AMPD entra com a missão de manter as células energizadas e para isso a AMPD funciona como uma redutora do acúmulo de ADP, esse redução ocorre com o auxílio da homeostase que faz a AMP ser removida da deaminase e deslocada para equilibrar a reação da adenilato quinase.

A fórmula apresentada por Dias et. al. (2007) é AMPD: $AMP \rightarrow IMP + NH_3$, já a fórmula do equilíbrio da reação da adenilato quinase é $2ADP \rightarrow ATP + AMP$.

Segundo Dias et. al. (2007) ao ocorrer essa reação da adenilato quinase, o organismo requisita a isoforma M (mioadenilato deaminase) que está inserida em 95% das fibras do tipo 2 ou glicolíticas que é codificada pelo gene AMPD1 e se encontra no cromossomo 1.

Irina, Olga e Victor (S/A) esclarecem que a isoforma M é ativada durante um curto prazo e ao exercitar com intensidade alta o uso do ATP extravasa do potencial da célula de sintetizar novamente o ATP.

4.2.1.1 Codificando o gene

A codificação da AMPD segundo Irina, Olga e Victor (S/A) é feita pelo gene AMPD1 que se localiza no cromossomo 1, o gene AMPD1 determina a capacidade de exercitar e a resposta cardiorrespiratória em exercício.

Naoum (2010) completa que para ocorrer um bom desenvolvimento do exercício é necessário que algumas substâncias sejam ativadas, a mais conhecida é a enzima adenosina monofosfato deaminase-1 ou AMPD1.

Segundo Naoum (2010) todos os indivíduos herdam de seu pai e sua mãe o cromossomo 1 sendo natural um de cada, em cada cromossomo existe dois genes adenosina monofosfato deaminase-1, o desprendimento de energia para os músculos advém normalmente.

Naoum (2010) completa que a função da adenosina monofosfato deaminase-1 é dar precisão no ato de contração e relaxamento da fibra muscular ao ser gerado energia através da transformação da glicose, da gordura e a proteína da musculatura do tipo esquelético.

5 COMPLICAÇÕES POR ALTERAÇÃO GENÉTICA

A explicação para a baixa aptidão na prática de exercícios de alta intensidade conforme Dias et. al. (2007) está atrelada com o aumento de ADP e AMP que por sua vez gera a falta da isoforma M que faz a homeostase da reação adenilato quinase.

Nos estudos feitos por Gross (2001) a deficiência de AMPD gera a interrupção do ciclo de nucleotídeos de purina e logo isso vai influenciar na produção de energia muscular,

Gross (2001) ainda ilustra que não existem formas específicas de diagnosticar a deficiência de AMPD como uma definição clínica ou bioquímica.

Dias et. al. (2007) ainda explica que quando há mutação no gene AMPD-1 o códon de glutamina é convertido em uma parada de códon, gerando suspensão da síntese proteica, e é por isso que a atividade enzimática da mioadenilato deaminase reduz, causando então as câimbras musculares, dores e fadiga antecipada durante os exercícios.

Naum (2010) por sua vez completa a informação de Dias et. al. (2007) explicando que em caso de falha nos genes a produção da enzima AMPD-1 estaria limitada, o que acarretaria na falta de energia para gerar as contrações de forma contínua no músculo do tipo esquelético gerando as câimbras, dores e fadiga muscular.

“Em situações mais adversas, ou seja, quando os dois genes têm seus DNAs alterados, a diminuição da enzima é tão significativa que pode originar doenças musculares graves. Essas situações graves são extremamente raras” (NAOUM, 2010, p.123).

Gross (2001) explica que não há cura para essa deficiência de AMPD, mas para controlar a deficiência de AMPD é utilizada uma pentose chamada D-ribose que tem característica de ser facilmente absorvida pelos intestinos e facilmente excretada pelas vias metabólicas, a função da D-ribose é gerar energia extra aos músculos e para ser eficiente ela deve estar presente no sangue e ser administrada constantemente devido sua semi-vida curta, a forma sugerida de uso da D-ribose é de 0,1 a 0,15 mg/ kg, uma dose menor não teria efeito, porém uma dose mais alta pode implicar em uma diarreia, mas é mais interessante utilizar a D-ribose durante o manuseio de cargas, Gross (2001) atenta que a D-ribose não pode ser adquirida em qualquer lugar, somente indústrias químicas poder realizar o seu comércio.

Uma maneira de verificar a ocorrência da deficiência de AMPD que Gross (2001) propõe é a observação de um exercício físico e durante sua prática verificar se existirão sintomas de fadiga em curto espaço de tempo, verificando também se o exercício causa dor ou cólicas.

Segundo Gross (2001) não existe agravante dos sintomas da falta de AMPD após um período em que ocorreu o avanço dos sintomas, ainda de acordo com Gross (2001) não foi confirmada existência de distrofia ou atrofia muscular devido à deficiência de AMPD, Gross (2001) ressalva que essa enfermidade ocorre somente no músculo esquelético devido à falta da atividade de adenilato deaminase do músculo esquelético, sendo assim o músculo liso e os órgãos não sofrem consequências dessa deficiência de AMPD.

6 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA AERÓBIO

Conforme Dias et. al. (2007) exercícios de alta intensidade ou anaeróbio levam a baixa aptidão e a explicação está ligada ao aumento de ADP e AMP que gera a falta da isoforma M que faz o equilíbrio da reação adenilato quinase, então é necessário conhecer a aplicação de exercícios aeróbios de intensidade baixa à média para evitar a falta da isoforma M e possibilitar a prática saudável.

De acordo com Conde et. al. (2003) a eficácia do metabolismo aeróbio nos exercícios físicos e aquáticos depende do desenvolvimento de capacidade de circulação, quantidade de ar inspirado e expirado pelos pulmões, quantidade de oxigênio ejetado no sangue, quantidade de sangue que chega aos pulmões e ritmo de abastecimento e ejeção de sangue do coração.

Para melhorar a capacidade aeróbia dos músculos específicos de acordo com Conde et. al. (2003) é preciso desenvolver a eficiência das células musculares, os autores completam explicando que para melhorar na habilidade de nadar com mais velocidade é necessário que o lactato esteja entre 2 a 6 mmol/l.

Para maior entendimento seguem abaixo quadros que resumem os sistemas energéticos e separam as zonas de treinamento de acordo com a concentração de lactato mmol/l segundo Conde et. al. (2003).

Quadro - Resumo dos sistemas energéticos.

Resumo dos sistemas energéticos			
Variável	Alático	Lático	Aeróbio
Duração da prova	Menos de 35 segundos	35 a 150 segundos	Mais de 3 minutos
Exemplo da prova	50 metros livres	100 metros peito	1500 metros livre
Sistema predominante	ATP CP	Glicose e glicogênio	Glicose, glicogênio e gordura
Armazenamento de energia	Músculo	Músculo	Músculo, sangue, fígado, camada adiposa
Necessidade de fornecimento de sangue	Nenhuma	Pouca	Grande
Necessidade de oxigênio	Não	Sim	Sim
Fator limitante para continuar o exercício	ATP/CP	Glicogênio	Oxigênio

Fonte: Conde et. al. (2003).

Quadro – Zonas de treinamento

		Zonas de treinamento
Concentração de lactato mmol/l	18	Anaeróbia láctica
	6	Aeróbio intenso
	4	Aeróbio médio
	3	Aeróbio leve
	3	Repouso

Fonte: Conde et. al. (2003).

6.1 Duração da atividade aeróbia

Segundo Conde et. al. (2003) a duração do exercício deve ser de 15 a 60 minutos para obter resultados de melhora ou manutenção da capacidade funcional.

Conde et. al. (2003) ressaltam que é importante considerar a evolução do exercício do mais simples para o mais complexo, onde o tempo de treino começa reduzido e gradativamente evolui para durações maiores, sempre respeitando a melhora das adaptações em ambiente aquático.

Para obter resultados com o treinamento Conde et. al. (2003) sugerem a prática de 3 a 5 vezes por semana.

6.2 O aeróbio leve

De acordo com Conde et. al. (2003) o exercício físico com o metabolismo leve que utiliza um ritmo moderado e uniforme, abaixo do limiar anaeróbio alcança na escala de lactato entre 2 a 3 mmol/l, a frequência cardíaca deve variar de 120 a 140 pulsos por minuto.

Para melhorar a capacidade aeróbia Conde et. al. (2003) sugerem algumas formas de trabalho em meio aquático que são natação contínua, jogo de velocidades e intervalado de longas distâncias, os autores ressaltam as intensidades de trabalho devem corresponder entre 40 a 85% do volume de oxigênio máximo ou entre 55 a 90% da frequência cardíaca máxima.

6.3 Natação contínua

Conde et. al. (2003) explica que a natação contínua é um exercício contínuo e ininterrupto de natação por mais de 20 minutos com a pulsação abaixo de 140 batimentos por minuto, Conde et. al. (2003) completam sugerindo a variação dos estilos e técnicas de propulsão da braçada e pernada.

6.4 Jogo de velocidades

Segundo Conde et. al. (2003) o jogo de velocidades baseia-se em praticar a natação por mais de 20 minutos variando a velocidade e a distancia de acordo com o ritmo, sendo tiros rápidos e longas distâncias e tiros lentos com distâncias curtas, os autores orientam para os tiros longos distâncias acima de 300 metros e frequência cardíaca de até 140 pulsos por minuto, nos tiros lentos recomenda-se 120 pulsos por minuto.

O treinamento sugerido por Conde et. al. (2003) para intervalar longas distâncias é nadar entre 800 metros a 2000 metros com descansos de no máximo 30 segundos entre cada tiro, a distancia deve ser repetida até alcançar a quantidade almejada de volume apropriado de treinamento.

6.5 Aeróbio médio

O treinamento no metabolismo aeróbio médio segundo Conde et. al. (2003) entra no limiar anaeróbio, isto significa que o acúmulo de lactato está entre 3 e 4 mmol/l, o treinamento utilizado no metabolismo aeróbio médio é nadar longas distâncias com breves descansos, sendo de grande importância manter o ritmo da braçada e da pernada.

Conde et. al. (2003) sugerem o controle dos pulsos por minuto para adequar o treino com a intensidade a fórmula sugerida pelos autores é:

$$FCE = 4/5 (FC \text{ max} - FC \text{ rep}) + FC \text{ rep}$$

Onde na fórmula sugerida por Conde et. al. (2003) FCE significa frequência cardíaca de exercício, FC max significa frequência cardíaca máxima e FC rep significa frequência cardíaca de repouso.

7 METODOLOGIA

Este artigo se trata de uma revisão bibliográfica realizada no ano de 2014 com pesquisas em artigos científicos e bibliotecas virtuais (SCIELO, EFDEPORTES, SLIDESHARE), o necessário para desenvolver a pesquisa foram livros, internet e um notebook.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo demonstrou que a contração segundo Guyton e Hall (1998) e Dias et. al. (2007) se inicia através da interação contínua e alternada de deslizamento dos filamentos de actina e miosina, sendo que esta interação é possível graças aos íons de cálcio que atraem a troponina levando consigo a tropomiosina liberando os sítios ativos para a acoplagem das pontes cruzadas e a graças à enzima adenosina trifosfato (ATP) que perde um fosfato para gerar energia de contração muscular transformando-se então em adenosina difosfato (ADP), o organismo funcionando bem consegue refosforilar a ADP possibilitando a continuidade do ciclo energético da contração muscular.

Em situações de falha na refosforilação pode ocorrer à fadiga precoce ao exercício físico conforme Guyton e Hall (1998), essa falha ocorre geralmente devido ao efeito de Fenn, que é a incapacidade da refosforilação devido ao grande trabalho executado.

De acordo com Cole, Morris e Routi (2000) o exercício físico em água necessita de grande quantidade de energia devido ao fato da intensidade ser leve a moderada, caracterizando o metabolismo como aeróbio.

O metabolismo divide-se conforme Cole, Morris, Routi (2000), Conde et. al. (2003) e Naoum (2010) em aeróbio e anaeróbio, onde o aeróbio é caracterizado pelo exercício de intensidade leve a moderada por período de tempo acima de 3 minutos, e o anaeróbio é caracterizado por exercício com intensidade alta de duração abaixo de 3 minutos.

Como retratado neste artigo, os exercícios idênticos em água e em terra segundo Cole, Morris e Routi (2000) mostraram que o gasto energético em água é diferente do gasto energético em terra, os autores explicam que essa diferença ocorre devido à flutuação e a viscosidade, onde a força de flutuação diminui o peso corporal acarretando no menor gasto energético para vencer a gravidade e a viscosidade gera o aumento do gasto calórico ao vencer a resistência do movimento na água, assim o gasto energético com exercícios físicos em água é maior quando a força é exercida para vencer a resistência da água e não o peso do corpo.

Observou-se também que a água fria aumenta o gasto energético devido à necessidade de manter a temperatura do corpo que se perde na água por meio de condução e convecção. Para Cole, Morris e Routi (2000) o gasto calórico varia entre baixo, igual ou maior em relação à atividade física realizada em terra, o que influenciará o gasto será a profundidade do corpo em meio aquático e velocidade do movimento.

A enzima AMPD conforme explicado por Dias et. al. (2007), Gross (2001), Irina, Olga e Victor tem grande importância para a geração de energia muscular, isso por que esta enzima reduz o acúmulo de ADP com auxílio da homeostase que faz a AMP ser removida da deaminase e deslocada para equilibrar a reação da adenilato quinase.

A falta da enzima AMPD e seu codificador AMPD-1 para Gross (2001), Dias et. al. (2007), e Naoum (2010) acarretaria na falta de energia para gerar as contrações de forma contínua no músculo do tipo esquelético gerando as câimbras, dores e fadiga muscular, e para controlar essa falta sugere-se o uso da D-ribose que gera energia extra aos músculos e para ser eficiente ela deve estar presente no sangue e ser administrada constantemente devido sua semi-vida curta.

Assim os exercícios de alta intensidade ou anaeróbio aumenta a ADP e AMP levando a falta da isoforma M que gera a baixa aptidão, assim entende-se que o melhor trabalho a ser feito com pessoas que tem os sintomas de câimbras, dores e fadiga muscular durante exercício físico é atividades com metabolismo aeróbio por ser de intensidade leve a moderada.

**REACTIONS BIOCHEMICAL AND BIOLOGICAL CHANGES DURING PHYSICAL
ACTIVITY: Drawing a parallel with water activities and the AMPD enzyme (adenosine
monophosphate deaminase)**

ABSTRACT

By practicing a physical activity the body needs energy in order to balance the biochemical reactions and biological transformations also known as cellular activity that occur when leaving the basal metabolism. During exercise in the aquatic environment energy expenditure is high in relation to land drills, this is due to the viscosity of water and the need for quick movement with the body covered by water up to his neck. The enzyme adenosine monophosphate deaminase is responsible for generating energy by breaking glucose, fat and skeletal muscle protein, giving precision in the contraction and relaxation of the muscle fiber. The objective of this study was to analyze the types of muscles, muscle contraction, aquatic activities, metabolism, forms of consumption and power generation, complications by genetic modification and the best form of training to run in the event of changes genetic. To develop the work were used types of explanatory research, survey, exploratory and basic. Were used as instruments of research texts, specialized sites and videos provided the basis for the formation of work. It follows that the cramps, fatigue and pain may be linked to the lack of AMPD enzyme, so when practicing water activities enabled metabolism is aerobic, allowing the AMPD enzyme is preserved due to the use of oxygen as an energy source for exercise.

Keywords: Cell Activity. Water activities. Enzyme AMPD.

REFERÊNCIAS

- COLE, Andrew J.; MORRIS, David M.; RUOTI, Richard G. **Reabilitação aquática**. 1ª. ed. Barueri: Manole, 2000.
- CONDE, Carlos; FAGOAGA, Joaquín; LEÓN, Carmen; LLORET, Mario; TRICAS, Cristina. **Natação terapêutica**. Rio de Janeiro: Sprint. 2003.
- DIAS, Rodrigo Gonçalves; PEREIRA, Alexandre da Costa; NEGRÃO, Carlos Eduardo; KRIEGER, José Eduardo. **Polimorfismos genéticos determinantes da performance física em atletas de elite**. Rev Bras Med Esporte _ Vol. 13, Nº 3 – Mai/Jun, 2007. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbme/v13n3/v13n3a16.pdf> > Acesso em: 17 de agosto de 2013.
- GROSS, Manfred. **Adenosine monophosphate deaminase deficiency**. Orphanet encyclopedia, Setembro, 2001. Disponível em: < <https://www.orpha.net/data/patho/GB/uk-AMPD.pdf> > Acesso em: 31 de agosto de 2013.
- GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de fisiologia médica**. 9ª. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997.
- GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Fisiologia humana e mecanismos das doenças**. 6ª. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998.
- IRINA, Astratenkova; OLGA, Fedotovskaya; VICTOR, Rogozkin. **C34T AMPD1 gene polymorphism in young athletes**. Saint-Petersburg Research Institute of Physical Culture, Russia, S/A. Disponível em: < <http://www.smas.org/2-kongres/papers/11001.pdf> > Acesso em: 14 de setembro de 2013.
- NAOUM, Paulo Cesar. **O DNA da resistência física**. Academia de Ciência e Tecnologia de São Jose do Rio Preto. São Paulo: p. 119 – 123, Março de 2010. Disponível em: <<http://www.ciencianews.com.br/siteDNA/dnaresist.pdf> > Acesso em: 10 de agosto de 2013.

HÉRCULES DA COSTA BRITO

**REAÇÕES BIOQUÍMICAS E TRANSFORMAÇÕES BIOLÓGICAS DURANTE
ATIVIDADE FÍSICA: Traçando um paralelo com atividades aquáticas e a enzima
AMPD (adenosina monofosfato deaminase)**

Artigo apresentado ao curso de Educação Física do Centro Universitário do Sul de Minas Gerais, como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel pela Banca Examinadora composta pelos membros:

Aprovado em: ___/___/___

Prof. Me. Flavia Regina Alves

Prof. Me. Alan Peloso Figueiredo

Prof. Me. Luis Gustavo Rabello

OBS.: