

AMANDA DE SÁ ARAÚJO

**PRÁTICA FÍSICA E TERAPÊUTICA EM
CICLOERGÔMETROS AQUÁTICOS: UMA REVISÃO**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E TERAPIA OCUPACIONAL
BELO HORIZONTE

2009
AMANDA DE SÁ ARAÚJO

**PRÁTICA FÍSICA E TERAPÊUTICA EM
CICLOERGÔMETROS AQUÁTICOS: UMA REVISÃO**

Projeto de Monografia apresentado à
disciplina Seminário de Orientação de TCC II
do curso de Educação Física da
Universidade Federal de Minas Gerais
Orientador: Prof. Dr. Leszek Antoni
Szmuchrowski

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E TERAPIA OCUPACIONAL
BELO HORIZONTE
2009

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E TERAPIA OCUPACIONAL

Acadêmica: **Amanda de Sá Araújo**

Número de matrícula: **2005010701**

Curso: **Educação Física**

Disciplina: **Seminário de Orientação de TC II**

Orientador: **Prof. Dr. Leszek Antoni Szmuchrowski**

Nota: _____

Conceito: _____

Resultado: _____

Data: / / **2009**

Prof. Dr. Leszek Antoni Szmuchrowski
Orientador

Amanda de Sá Araújo
Acadêmica

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Rosemary e Fernando, por serem excelentes.

Aos meus irmãos, Carolina, Bruna e Daniel, por serem essenciais.

Ao Professor Leszek pela orientação e aos amigos da LAC pelo apoio.

Aos meus queridos alunos e estagiários do Projeto de Extensão Water

Bike – UFMG.

RESUMO

As atividades aquáticas, como as práticas em cicloergômetro aquático, têm sido utilizadas como um método alternativo para o treinamento esportivo e a reabilitação. No entanto, há pouca informação sobre os fundamentos básicos da modalidade de ciclismo aquático. Informações a esse respeito são importantes para uma melhor prescrição deste exercício tanto na prática esportiva quanto na terapêutica. Desta forma, O presente trabalho aborda todos os fundamentos básicos para as práticas físicas e terapêuticas em cicloergômetros aquáticos.

Palavras-chave: ciclismo, atividade aquática, reabilitação aquática.

SUBSTRACT

Aquatic activities, as water cycling, have been used as an alternative method for training and the rehabilitation. However, there is a few information about basic beddings of the modality of water cycling. Information to this respect is important for better lapsing of this exercise in such a way in training how much in the rehabilitation. Thus, the present work approaches all the basic beddings for the practical therapeutical and physics in water cycling.

Keywords: cycling, water exercise, water rehabilitation

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. BIOMECÂNICA DO CICLISMO	9
3. PROPRIEDADES FÍSICAS DA ÁGUA	11
3.1 Pressão	13
3.2 Empuxo	14
3.3 Flutuação	14
3.4 Temperatura	15
3.5 Densidade	16
3.6 Viscosidade	16
4. ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS NA IMERSÃO E DO EXERCÍCIO EM AMBIENTE AQUÁTICO	17
4.1 Efeitos no sistema cardiovascular.....	17
4.1.1 Frequência Cardíaca	18
4.1.2 Temperatura corporal	21
4.2 Efeitos no sistema respiratório	22
4.3 Efeitos no sistema renal	23
4.4 Metabolismo energético aeróbico	24
4.5 Metabolismo energético anaeróbico	25
4.6 Adaptações ao treinamento físico na água	25
5. CICLOERGÔMETRO AQUÁTICO – WATER BIKE®	28
6 EFEITOS DA PRÁTICA TERAPÊUTICA E SUAS INDICAÇÕES	33
REFERÊNCIAS	36

1 INTRODUÇÃO

A água é um ambiente diferente do ar em vários aspectos e, por isso o homem entra nesse meio para a prática de atividades físicas em busca de diferentes adaptações. Ela é um dos primeiros recursos terapêuticos descobertos e utilizados na reabilitação. Por isso, as propriedades físicas inerentes a ela têm sido amplamente exploradas. Independente dos objetivos finais da prática aquática, os exercícios realizados na água trazem inúmeros benefícios fisiológicos, terapêuticos, psicológicos, entre outros.

Exercícios aquáticos é um modo de condicionamento físico e de reabilitação e que tem sido creditada à melhora dos sistemas muscular e cardiorrespiratório, redução do estresse músculo-esquelético, redução da dor, aumento da flexibilidade, aumento da estabilização durante a marcha e melhora do bem estar psicológico (DOLBOW et al., 2008 citado por CARVALHO, 2008) e pode causar alterações fisiológicas no padrão de movimento (MASUMOTO et al, 2004, BARELA et al. 2006). A sua prática pode produzir reações fisiológicas diferentes dos realizados em terra como, por exemplo, a capacidade de intensificar a perda de calor pelo efeito hidrostático da água no sistema cardiorrespiratório (AVELLINI et al., 1983, citados por Krueel e Sampedro, 1997). Além disso, essas atividades apresentam algumas características como a flutuabilidade, que proporciona a redução do peso hidrostático e provoca a diminuição do estresse nas articulações (HARRISON et al., 1992); maior calor específico da água comparado com o da terra, que aumenta a capacidade de transferência de calor (HALL et al., 1998, SRÁMEK et al., 2000); a pressão hidrostática que causa um aumento do retorno venoso para a região central do corpo (AVELLINI et al., 1983, CHRISTIE et al., 1990, CONNELLY et al., 1990, SHELDAHL et al., 1984); e a densidade do meio, que causa uma maior resistência da água comparada com aquela oferecida pelo ar (FRANGOLIAS; RHODES, 1995). Além disso, a água é o meio ideal para se desenvolver o equilíbrio muscular, pois a resistência provocada pela água age sobre o corpo todo do indivíduo (AEA, 2001). De acordo com Ruoti et al (1994), a resistência ao movimento na água pode ser aumentada e, por isso alguns movimentos na água podem ser aperfeiçoados, dependendo de como são executados.

A fisioterapia aquática consiste em terapia de exercícios dentro da água, isto é, que utiliza os princípios físicos da água, como flutuação, pressão hidrostática, viscosidade, densidade, tensão superficial e refração (Campion, 2000) que pode favorecer muitos benefícios adicionais aos efeitos a longo e curto prazo da terapia por exercício ativo regular e supervisionado. Ela combina os componentes e vantagens de numerosas teorias de tratamento e técnicas de exercícios, proporcionando ao paciente alívio da dor e espasmos musculares, manutenção ou aumento da amplitude de movimento articular, fortalecimento muscular e treino de resistência, reeducação dos músculos paralisados; melhora na circulação e diminuição de edemas, manutenção e melhora do equilíbrio, propriocepção, coordenação e postura; além de haver um encorajamento das atividades da vida diária e uma sensação de bem estar físico e psicológico.

A hidroterapia possui algumas vantagens, dentre as quais pode concluir que a flutuação reduz drasticamente o peso que é transmitido através da cartilagem articular lesionada e dolorida e de outros tecidos articulares sensíveis. O exercício é menos doloroso (RUOTI et al., 2000); a capacidade de se movimentar rapidamente através da água permite a prática de exercícios aeróbicos, como corridas e até saltos (BAUM, 2003); a liberação de endorfinas ajudará a reduzir possíveis sensações de dor e produzir sensação de bem estar, mesmo após o final da terapia (BAUM, 2003). Para prevenir ou reduzir a osteoporose é necessário exercício com descarga de peso, sugerindo-se exercícios na água até os joelhos, onde a descarga de peso é diminuída parcialmente (de 15 a 20% do peso corporal) (BEVERLY et al., 1989). O trabalho aeróbico também promove melhora do equilíbrio e coordenação motora, reduzindo o risco de quedas (SIMMONS & HANSEN, 1996; CAMPBELL et al., 1997).

Na água os movimentos são mais agradáveis, devido à diminuição da ação da força de gravidade e do impacto mecânico nas articulações e, por isso, tornam-se menos estressantes, fazendo parte da rotina de muitas pessoas que buscam por uma qualidade de vida melhor. A prática regular de exercícios físicos é um dos fatores que auxiliam na melhoria da saúde e da qualidade de vida e seus benefícios englobam tanto fatores fisiológicos, como a melhoria do condicionamento psicológico, como a otimização da auto-estima, quanto sociais, melhorando as relações interpessoais. A busca por tais resultados tem motivado o crescimento do

número de atividades oferecidas pelas academias de ginástica e clínicas de reabilitação.

A hidroginástica foi criada para proporcionar uma atividade que fosse intensa o suficiente para provocar adaptações fisiológicas, sobretudo no sistema cardiovascular, e que, ao mesmo tempo, impusesse baixo nível das forças de impacto sobre as articulações, preservando, desta maneira, o aparelho locomotor. Em decorrência de seu sucesso, os exercícios físicos realizados na água vêm sendo amplamente utilizados nas práticas físicas e terapêuticas. Outras atividades também foram adaptadas para a água, de maneira que, para equipamentos normalmente usados em terra, como esteiras, trampolins e bicicletas, foram desenvolvidos aparelhos nas versões aquáticas (MARTINS et al., 2007).

O ciclismo é uma maneira de estabelecer a promoção da saúde e reabilitação e, para tais finalidades, a modalidade de ciclismo aquático pode ser interessante, mas ainda é pouco estudada.

Por todos estes aspectos, o objetivo deste trabalho, baseado em revisão da literatura, foi organizar os fundamentos básicos a serem considerados pelo educador físico e fisioterapeuta durante a prática em cicloergômetros estacionários aquáticos enquanto prática física e terapêutica. O presente trabalho está dividido em capítulos sobre os fundamentos básicos das práticas físicas e terapêuticas em cicloergômetros aquáticos.

2 BIOMECÂNICA DO CICLISMO

Para o condicionamento aeróbico, esporte de alto rendimento e reabilitação utiliza-se popularmente o ciclismo sob formas de diferentes exercícios, sendo mais comumente utilizado o ciclismo estacionário. A compreensão da biomecânica do ciclismo, primeiramente, poderia conduzir à diminuição ou à melhora de lesões causadas em ciclistas de auto-rendimento, em virtude do esforço repetitivo no gesto motor da pedalada, quando praticado em um alto volume e em uma alta intensidade. Em segundo, o conhecimento sobre a biomecânica do ciclismo poderia ser utilizado como uma ferramenta para a melhoria da técnica de indivíduos que praticam ciclismo de uma forma recreativa ou de indivíduos que utilizam

cicloergômetros estacionários para promoção da saúde e/ou para reabilitação de lesões. E, finalmente, a biomecânica do ciclismo pode melhorar significativamente a técnica e, conseqüentemente, o desempenho dos atletas de elite (HULL; JORGE, 1985). Ao elaborar um programa de treinamento ou reabilitação, tanto o educador físico quanto o fisioterapeuta, devem ter conhecimento do objetivo do treino e da lesão, assim como a compreensão da biomecânica do ciclismo para prescrever apropriadamente os exercícios a fim de aperfeiçoar o treinamento ou o programa de reabilitação (GREGOR, 2003; JOHNSTON, 2007).

Estudos sobre o ciclismo com adultos e crianças saudáveis têm mostrado que a posição do indivíduo sobre o cicloergômetro, a altura do selim, o comprimento do pé de vela, a posição do pé sobre o pedal, a cadência (em rpm – rotações por minuto) e a carga de trabalho (resistência ou potência) podem influenciar o padrão de movimento do movimento de ciclismo (CARVALHO, 2008). Estes fatores podem também ter efeitos significativos sobre a cinemática, cinética, ativação muscular e gasto energético durante a atividade (GREGOR, 2003; JOHNSTON, 2007).

O gesto motor da pedalada, de acordo com Hull e Ruby (1996), é um movimento tridimensional complexo que, além das flexões e extensões das articulações do tornozelo, do joelho e do quadril, apresenta abdução e adução da articulação do quadril que, conseqüentemente, provoca a rotação da tibia. A técnica da pedalada do ciclista é uma característica pessoal e depende de fatores fisiológicos e biomecânicos. Entre as variáveis mecânicas mais importantes estão: a antropometria corporal, a configuração do complexo ciclista-cicloergômetro, e a cadência de pedalada. As variáveis supracitadas estão intimamente relacionadas podendo gerar influência entre si.

A cadência, ou freqüência de pedalada, é um fator que influencia diretamente na cinemática do ciclismo. Para Martin, Sanderson e Umberger (2004), cadência ou freqüência média é o número de vezes que um ciclo de pedalada se repete. Já para Nabinger, Iturrioz, Trevisan (2003), cadência seria um movimento cíclico e repetitivo identificado pela pedalada, que consiste na manutenção de um ritmo ao executar mais de uma rotação completa do eixo do pedal em torno do eixo central da bicicleta. Ao contrário do que acontece em situações de caminhada onde os seres humanos utilizam para caminhar uma combinação de comprimento/freqüência de passada que minimiza o gasto energético, estudos

(MARSH; MARTIN; SANDERSON, 2000) já demonstraram que a cadência de pedalada preferida pelos atletas é sempre superior à cadência que minimiza o consumo de oxigênio.

Ainda são controversos os efeitos da altura do assento na ativação muscular durante o ciclismo, mas é aceito que a ativação aumenta de maneira que a medida da altura do assento diminui (GREGOR, 2003). Savelberg et al. (2003) verificaram alterações na ativação muscular em três posições diferentes durante exercícios de pedalar. Foi comparado, também, duas posições enquanto os voluntários realizavam ciclismo (DUC et al., 2008). E, de acordo com estes estudos, a ativação muscular pode ser modificada devida à mudança de angulação das articulações sobre o cicloergômetro.

O estudo do padrão de movimento do ciclismo, portanto, é importantíssimo para melhorar o desempenho de atletas, prevenção de lesões, uso na reabilitação e no aprimoramento das técnicas de pedaladas (HULL e JORGE, 1985; HUG et al., 2004; LI, 2004; JOHNSTON, 2007). Acredita-se que a reduzida ênfase na compreensão da técnica da pedalada decorra especialmente da falta de conhecimento dos profissionais sobre este tema.

3 PROPRIEDADES FÍSICAS DA ÁGUA

A prática de atividade física, treinamento e reabilitação são cada vez mais presentes em ambiente aquático (HARRISON et al., 1992; MASUMOTO et al., 2007). Assim, é importante a compreensão dos princípios físicos da água sobre o corpo humano para o correto direcionamento biomecânico dos esforços e para o entendimento das respostas fisiológicas do organismo ao exercício no meio aquático. (REISCHLE, 1993).

Além disso, de acordo com essas propriedades, os fatores que determinam o custo energético do exercício na água são diferentes daqueles em terra, pois a força de flutuação do peso reduz o peso do corpo reduzindo o gasto energético, pois elimina a energia necessária para deslocar o corpo contra a gravidade. Por outro lado, a viscosidade da água aumenta o gasto energético necessário para realizar movimentos e deslocamentos. Assim, o dispêndio de

energia na água depende menos de energia utilizada para superar o arrasto, tornando-se dependente do tamanho e posição do corpo e velocidade e direção do movimento. Na água fria, uma grande quantidade de energia pode ser necessária para manter a temperatura corporal. Os estudos que comparam o gasto energético de atividades similares na terra e na água demonstram uma grande variedade de respostas assim, o gasto pode ser igual, maior ou menor na água que na terra dependendo da atividade, profundidade de imersão e velocidade do movimento (CURETON, 2000; CRAIG & DVORAK, 1966).

Assim, são necessários alguns ajustes para aperfeiçoar a prescrição de exercícios em ambiente aquático, condicionados por esse meio, diferente das normalmente oferecidas pelo ar, em relação à densidade, resistência ao movimento, capacidade térmica e condutividade térmica, como relacionados na tabela 1.

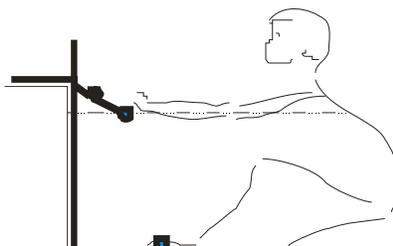
Densidade	Resistência ao movimento	Capacidade térmica	Condutividade térmica
830 vezes maior	1214 vezes maior	3400 vezes maior	23 vezes mais alta

(BIRKNER e ROSCHINSKY, 1999).

Tabela 1: Qualidades da água em comparação com o ar.

3.1 Pressão

Em relação à pressão, em ambiente aquático, um corpo recebe uma pressão que este meio exerce sobre ele perpendicularmente e em toda superfície imersa, chamada de Pressão Hidrostática que é definida como força por unidade de área. A lei de Pascal enuncia sobre a maneira que esta pressão é transmitida ao fluido. Dessa maneira, a pressão do fluido é exercida igualmente sobre todas as áreas do corpo imerso a uma dada profundidade (figura 1) e é diretamente proporcional a essa profundidade. Uma profundidade maior tem conseqüentemente uma pressão maior (Campion, 2000) e está diretamente relacionada à densidade do fluido (RUOTI et al., 2000)



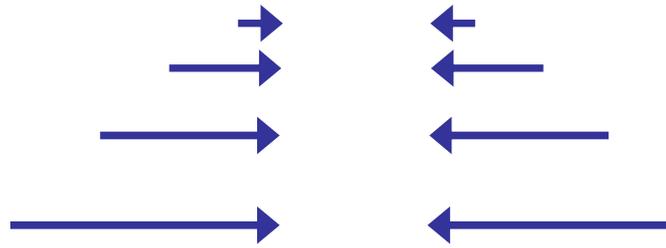


Figura 1: Pressão exercida no corpo durante um exercício no *Water Bike*[®].

Os vetores horizontais mostram que a pressão hidrostática aumenta de acordo com o aumento da profundidade. (SZMUCHROWSKI et al, 2004).

Durante a imersão, a pressão hidrostática opõe-se a tendência do sangue ficar nas porções inferiores do corpo, o que ajuda a reduzir edemas, auxilia também a estabilizar as articulações instáveis, colabora com o retorno venoso (Bates, Hanson, 1998), aumenta o volume de sangue torácico, diminui a frequência cardíaca (FC) e aumenta a pressão ao redor do tórax (RUOTI et al., 2000)

3.2 Empuxo

A força de empuxo também atua em um corpo imerso em ambiente aquático, além da pressão hidrostática. Flutuação ou empuxo é a força que age de baixo para cima e que atua contra a gravidade (Becker e Cole, 2000) e é enunciada pelo princípio de Arquimedes. Segundo esta lei, um corpo parcialmente ou totalmente submerso na água experimentará uma força de empuxo para cima que será igual ao peso do volume de água deslocado sobre esse corpo (RUOTI et al., 2000), como demonstra uma situação na figura 2.

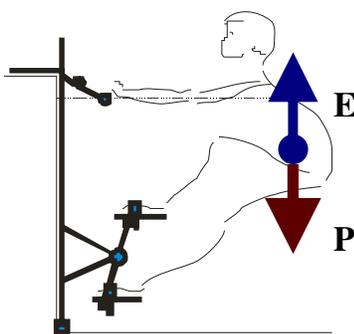


Figura 2: Situação de equilíbrio estático ($E = P$, forças aplicadas no mesmo eixo, evitando rotação).

3.3 Flutuação

A flutuação pode ser utilizada sob três formas: a flutuação de assistência em que o movimento é na mesma direção da flutuação; flutuação de apoio na qual o movimento é perpendicular à força da flutuação; e a flutuação de resistência na qual o movimento é oposto à flutuação (DEGANI, 1998). Dessa maneira, a carga sobre as articulações sustentadoras diminuirá, o que auxiliará na diminuição da dor, além de contribuir com o movimento das articulações rígidas em amplitudes maiores com um aumento mínimo de dor (BECKER, COLE, 2000).

Em ambiente aquático é possível experimentar forças diferentes quando comparadas com o ambiente terrestre, que são as forças propulsivas e resistivas. As propulsivas são executadas pela musculatura do corpo para vencer a resistência oferecida pela água e as resistivas podem ser divididas em: força frontal, força de fricção e força de arrasto (CAMPION, 2000; RUOTI et al., 2000). As forças resistivas estão relacionadas com a velocidade da execução do movimento, o que pode

possibilitar a ocorrência de fluxo turbulento, característica de resistência (PHÖYHÖNEN et al., 2001; RUOTI et al., 2000). Assim, devido a essas forças, os exercícios na água propiciam fortalecimento muscular e capacidade aeróbia, e devido à instabilidade deste meio também auxilia na melhora do equilíbrio e propriocepção (GEYTENBEEK, 2002).

3.4 Temperatura

A temperatura da água depende da situação a ser tratada. Para relaxamento é mais adequada a temperatura entre 36,7 a 37,8°C e quando o objetivo principal for o exercício, a temperatura deverá estar entre 32,5 a 34,5°C dependendo do grau de atividade muscular (RUOTI, MORRIS, COLE, 2000). Estas temperaturas podem ser diferentes dependendo da intensidade e do tipo do exercício e da duração da atividade, nas quais são configuradas alterações fisiológicas específicas (CAMPION, 2000).

Certas alterações fisiológicas ocorrem toda vez que os exercícios são realizados e na água os efeitos fisiológicos dos exercícios estão combinados com os efeitos que são decorrentes ao calor deste meio (CAMPION, 2000).

A troca de calor do corpo humano com o meio aquático é proporcional à intensidade da prática física e à temperatura da piscina. A condutividade térmica é cerca de 25 vezes mais rápida do que a do ar. Os seres humanos tendem a armazenar calor do corpo em águas com temperaturas elevadas e a perder calor em águas com temperaturas mais baixas. Por isto, a temperatura da água é muito importante para a permanência confortável do ser humano na água e deve ser ajustada em função da intensidade do exercício, entretanto a temperatura ideal ou confortável pode variar para diferentes pessoas (SRAMEK *et al.*, 2000; RUOTI *et al.*, 2000).

3.5 Densidade

A densidade é o que determina a flutuabilidade de um corpo, de acordo com a relação entre a massa do corpo e a massa do volume de água deslocado por este. Para flutuar é necessário que a densidade relativa do corpo seja igual a 1,0. A densidade relativa de um corpo depende da sua composição, na qual a de uma pessoa magra é maior do que a de uma pessoa gorda, o que explica o fato das pessoas gordas, mulheres e idosos flutuarem com maior facilidade (BATES e HANSON, 1998). Da mesma forma, a densidade relativa dos membros também varia. A gravidade específica de um membro, que geralmente é 1,0, pode variar em função da proporção de tecido adiposo em relação ao tecido muscular.

3.6 Viscosidade

O aumento da temperatura diminui a viscosidade da água, através do afastamento de suas moléculas, facilitando o trabalho muscular. A carga de treinamento em exercícios aquáticos está relacionada à viscosidade da água. O aumento da velocidade de movimento eleva substancialmente a carga de trabalho, gerando uma maior potência no exercício. Essa resistência da água ao movimento é chamada de “draga”. Vários fatores interferem na quantidade de draga que o corpo experimenta ao se movimentar. Serão abordados alguns deles, por serem mais específicos aos objetivos deste trabalho.

De acordo com Reischele (1993), o aumento da velocidade do movimento na água eleva de forma substancial a carga de trabalho no exercício. Por exemplo, ao se dobrar a velocidade, a resistência ao esforço se torna por volta de quatro vezes maior. A movimentação contra ou a favor do fluxo de água também interfere na resistência, aumentando ou diminuindo, respectivamente a draga.

4 ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS NA IMERSÃO E DO EXERCÍCIO EM AMBIENTE AQUÁTICO

A água é um meio muito diferente do qual estamos acostumados, a terra. Ao ser inserido neste novo meio o organismo é submetido a diferentes forças físicas e em conseqüência realiza uma série de adaptações fisiológicas. É fundamental ao educador físico e ao fisioterapeuta conhecer essas alterações para a prescrição de uma atividade aquática.

A simples imersão corporal na água, do corpo estático, causa alterações fisiológicas no organismo. Essas adaptações do organismo ocorrem em nível neuromuscular, metabólico e cardiorrespiratório. Primeiramente, este trabalho irá relacionar as alterações fisiológicas de repouso em ambiente aquático. A partir dessas alterações, seguiremos com as mudanças fisiológicas nas situações em que ocorre movimento corporal neste ambiente.

4.1 Efeitos no sistema cardiovascular

Imediatamente após a imersão, como conseqüência da ação da pressão hidrostática, 700ml de sangue são deslocados dos membros inferiores para a região do tórax, causando um aumento do retorno veno-linfático, significando um aumento de 60% do volume central. A pressão intratorácica aumenta de 0,4 mmHg para 3,4 mmHg, a pressão do átrio direito aumenta de 14mmhg para 18mmhg e a pressão venosa central aumenta de 2 a 4 mmHg para 3 a 16mmhg, sendo que a pressão arterial pulmonar aumenta de 5 mmHg no solo para 22 mmHg em imersão. O débito cardíaco aumenta de 30 a 32% associado a uma diminuição de aproximadamente 10 batimentos por minuto ou de 4% a 5% da freqüência cardíaca em bipedestação no solo (DENISON et al.,1972; BECKER & COLE, 1997).

Parte das alterações cardiocirculatórias decorrentes da imersão é atribuída ao reflexo de mergulho, que inclui bradicardia, vasoconstrição periférica e desvio de sangue para órgãos vitais. O reflexo de mergulho ocorre em situações significativamente diferentes como, molhar a face, imergir o corpo com a cabeça fora

da água e imersão total com apnéia. Nos homens é consequência da interação e competição de vários fatores mecânicos e neurais (RUOTI et al., 1997).

As alterações circulatórias associadas com as modificações na pele e conseqüentemente na termorregulação vão exigir cuidados durante as práticas físicas e terapêutica na água. Em água, em temperatura termo neutra, o calor precisa ser gerado pelo trabalho muscular, por isso os períodos de relaxamento devem ser mais curtos e o controle da perda de calor limitado por maiores períodos de imersão até o pescoço. Também pode ser preciso diminuir a duração das sessões e, se necessário, aumentar sua freqüência. No caso da temperatura elevada da água (igual ou superior a 33°C) poderá ocorrer hipertermia e o indivíduo fica com a face hiperemiada, suada, e sensação de tontura ou fadiga.

A alta condutividade da água produz trocas de calor mais elevadas na água. Essa troca de calor, em comparação com o metabolismo basal, pode se tornar cinco vezes maior do que no ambiente terrestre. A fim de manter a temperatura corporal, diante da elevada perda de calor para o meio aquático, o metabolismo corporal aumenta de 20% a 100% (DE MARÉES, 1992), de acordo com a densidade do tecido adiposo. O aumento na taxa energética permanece elevado por um período, mesmo após a saída do corpo da água.

4.1.1 Frequência Cardíaca (FC)

A FC é uma das variáveis mais utilizadas no controle da intensidade do esforço. Pode-se dizer que isso ocorre, principalmente, devido à facilidade para realizar sua medida, o que a torna bastante prática, bem como a sua relação com o VO_2 em determinada faixa de esforço. Mas o comportamento da FC apresenta-se diferenciado em função do tipo ou intensidade do exercício realizado no meio terrestre ou aquático. Em situação de repouso ou exercício no meio aquático, as alterações encontradas na FC são influenciadas por fatores como a posição do corpo, a profundidade de imersão, a temperatura da água, a FC de repouso, a diminuição do peso hidrostático.

A FC tende a permanecer inalterada em repouso e durante exercícios de baixa intensidade, mas diminui nos níveis de intensidade mais altos de exercício submáximo e máximo, em comparação com exercícios em terra (SHEDAHL et al.,

1986). A FC, em adultos jovens, tende a permanecer inalterada em repouso e durante exercícios de baixa intensidade, mas diminui em intensidades mais altas de exercício submáximo e máximo, em comparação com exercícios em terra (SHEDAHL, et al., 1986).

A maior parcela dos estudos encontrados na literatura aponta para a existência de diminuição na FC durante a imersão. Como afirmam Paulev e Hansen (1999), a bradicardia decorrente da imersão é amplamente aceita, mesmo havendo discordância acerca da origem, consistência e grau de diminuição dessa alteração fisiológica. A relação da FC e do gasto energético durante o exercício em ambiente aquático com relação ao exercício na terra é de particular importância, isso porque a FC é comumente utilizada para descrever e regular a intensidade metabólica do exercício. É comum observar que a FC, às vezes, é mais utilizada em exercícios na água em comparação com seu similar no solo. Esta resposta é em parte dependente da temperatura da água. Durante exercício de leve a moderada intensidade, em imersão com a cabeça fora da água, em temperatura termo neutra (31°C a 33°C), a FC não é diferente daquela durante o mesmo exercício em terra no mesmo nível de gasto energético (CONNELLY et al., 1990). A profundidade da água também afeta a FC durante o exercício ereto, sendo que, durante o exercício aeróbico na água, a FC é de 8 a 11 bpm mais baixa com água na altura do tórax do que com água pela cintura pélvica (CURETON, 2000).

Em relação a exercícios em bicicleta ergométrica realizados dentro e fora da água, Sheldahl *et al.* relataram que a FC aquática não foi significativamente diferente da FC em terra, para situações de repouso e exercício moderado. No exercício com cargas mais altas, a redução na FC na água foi maior, correspondendo a 10 bpm. Mais uma vez, os dados exibidos na literatura reforçam a influência da intensidade do esforço na redução da FC em ambiente aquático. Ou seja, parece haver tendência para maiores diferenças entre as respostas de FC nos meios líquido e terrestre quando os indivíduos se aproximam do esforço máximo. As FC nas intensidades mais altas foram significativamente mais baixas na água, sendo em média 12 bpm mais baixas no estágio III e 7 bpm mais baixa no IV e último estágio para Christie et al (1990) e 10 bpm mais baixa Sheldahl et al (1986).

Equações que traduzem as diferenças da FC máxima ($FC_{máx}$) do meio terrestre para o meio líquido não devem ser usadas pois a $FC_{máx}$ é influenciada,

entre outros fatores, pela temperatura da água e pela profundidade de imersão. Para uma quantificação adequada da $FC_{\text{máx}}$ no meio aquático, uma estratégia interessante seria a condução de um teste de esforço máximo no praticante, respeitando as especificidades do meio, como temperatura, profundidade e gesto motor requeridos durante as sessões habituais de treinamento.

Em relação à influência da profundidade de imersão nas alterações da FC, ocorre diminuição gradativa na FC conforme aumenta a profundidade de imersão, durante a imersão em pé no meio aquático. Conforme Risch *et al.*, a FC diminui em média 13 bpm partindo-se de uma condição inicial de imersão até o nível da sínfise púbica para uma segunda situação de imersão até o apêndice xifóide. No entanto, partindo-se da mesma condição inicial de imersão até o nível da sínfise púbica para uma situação de imersão até o pescoço, a diminuição média da FC corresponde a 16bpm (diferenças estatisticamente não significativas). Em outro estudo de Risch *et al.*, a bradicardia média encontrada após rápida imersão até o pescoço, em comparação com a condição fora d'água, foi de 17 bpm (diferença estatisticamente significativa), mostrando-se maior para FC iniciais mais altas. Posteriormente, Krueel *et al.* (2002) também analisou o comportamento da FC durante a imersão vertical em repouso em diferentes profundidades de água, utilizando maior número de níveis de imersão. A bradicardia média encontrada nas diferentes profundidades foi de 2 bpm (joelho), 9 bpm (quadril), 13 bpm (cicatriz umbilical), 16 bpm (apêndice xifóide e pescoço), 17 bpm (ombro), 12 bpm (ombro, com braços fora d'água). Com exceção do nível de imersão até o joelho, a bradicardia foi significativa ($p < 0,05$) em todas as profundidades de imersão analisadas. O autor destaca que a bradicardia crescente que acompanha o aumento da profundidade de imersão está diretamente relacionada ao aumento da pressão hidrostática sobre os indivíduos.

No que diz respeito às respostas entre os gêneros, Krueel *et al.* (2002) mostraram resultados similares aos do estudo supracitado não revelando diferença significativa entre gêneros ou faixas etárias. Coertjens *et al.* também não encontraram diferenças significativas entre faixas etárias ou gêneros ao analisar indivíduos em imersão vertical em diferentes profundidades. Nessa pesquisa, a bradicardia variou de 1 a 44 bpm, com a conclusão de que tanto a profundidade de imersão quanto a FC de repouso influenciam a bradicardia aquática. Em relação à

influência da FC de repouso, os autores relatam bradicardia mais acentuada para valores de FC de repouso mais altos e bradicardia menos acentuada para menores valores de FC de repouso.

4.1.2 Temperatura corporal

A regulação da temperatura corporal durante o exercício na água é diferente da do ar, pois a evaporação do suor, o principal meio de dissipação de calor durante exercício no ar, não ocorre na água, e a perda ou ganho de calor por convecção e condução é muito maior na água. Durante o exercício no ar, a temperatura central do corpo aumenta na proporção direta da intensidade do exercício mas é dependente da temperatura ambiente entre aproximadamente 5 e 30 a 35°C.

Durante exercícios na água, o efeito da intensidade do exercício sobre a temperatura central é o mesmo, mas há uma faixa muito mais de temperaturas ambiente para quais a temperatura central do corpo pode alterar-se. Durante o exercício, a temperatura da água necessária para evitar uma elevação da temperatura central durante atividades prolongadas varia de 17 a 34°C dependendo da quantidade de exercício, e da composição corporal da pessoa, principalmente da porcentagem de gordura corporal (CRAIG & DVORAK, 1966).

De acordo com a densidade do tecido adiposo, o metabolismo corporal aumenta de 20% a 100% (DE MARÉES, 1992). O aumento na taxa energética permanece elevado por um período, mesmo após a saída do corpo da água. SHEDAL et al. (1982) constataram que mulheres, na faixa de quarenta anos, obesas, que pedalarão em bicicleta a 40% da captação máxima de oxigênio, não tiveram nenhuma alteração da temperatura retal durante 90 minutos de atividade em água a 20, 24 e 28°C e mulheres magras tiveram uma queda progressiva na temperatura retal nas duas temperaturas mais baixas e nenhuma alteração na temperatura mais alta. O tremor elevou o gasto energético das mulheres magras nas duas temperaturas mais baixas.

A capacidade de flutuação pode ficar afetada se a gordura sofrer deslocamento central, sendo mais fácil flutuar em decúbito dorsal que em pé. A manutenção dos braços ao longo do corpo será mais fácil que elevá-los acima da

cabeça, o que exigirá maior esforço muscular para compensar a redução de flutuação e desequilíbrio (BAUM, 2000).

4.2 Efeitos no sistema respiratório

As alterações na função respiratória são desencadeadas pela ação da pressão hidrostática de duas maneiras diferentes (BECKER & COLE, 1997; AGOSTINI et al., 1966): (1) aumento de volume central e (2) a compressão da caixa torácica e abdome.

O centro diafragmático desloca-se cranialmente, a pressão intratorácica aumenta de 0,4 para 3,4mm Hg; a pressão transmural nos grandes vasos aumenta de 3 a 5mm Hg para 12 a 15mm Hg. Essas alterações, por sua vez, aumentam o trabalho respiratório em 65%. A capacidade vital sofre uma redução de 6% e o volume de reserva expiratório fica reduzido de 66%. A alteração da capacidade pulmonar se deve essencialmente à compressão sofrida pela pressão hidrostática (RUOTI et al, 2000). AGOSTINI et al. (1966) demonstrou que o volume de reserva expiratório fica reduzido, em média, de 1,86 para 0,56 litros e a capacidade vital ficou reduzida em torno de 9% do valor encontrado em terra, reduzindo sua toracometria em aproximadamente 10%. A média de pressão atuando sobre a parede torácica, em diferentes volumes pulmonares durante a imersão até o pescoço, no final de uma expiração espontânea é de 31cm H²O a pressão na parede abdominal, imediatamente abaixo do diafragma é de 12cm H²O (AGOSTINI et al., 1966).

Em relação às pessoas com idade avançada, em função das perdas no sistema respiratório, a pressão hidrostática exercida pela água sobre o tórax pode significar uma sobrecarga exagerada e, portanto, deverá ser avaliada no solo e em imersão (WILLIAMS, 1995).

Apesar de dificultar a inspiração, pressão hidrostática facilita a expiração na água. Assim, pode-se dizer que existe uma “economia de respiração” na água, causada pelo menor esforço despendido na respiração. A dificuldade na inspiração conduz a um fortalecimento da musculatura responsável pela mecânica respiratória.

Em ambiente aquático, apesar das alterações que ocorrem a partir da imersão, a ventilação em repouso, o volume corrente e a frequência em repouso, o

volume corrente e a frequência respiratória ficam inalterados (SHEDAHL et al., 1987; SHEPHARD, 1990). Durante exercícios submáximos, a ventilação é a mesma que durante exercícios em terra no mesmo nível de gasto energético. Diferentes temperaturas de água (18°C a 33°C) tem pouco efeito (MOORE et al., 1970).

4.3 Efeitos no sistema renal

A resposta renal à imersão inclui a diurese aumentada com perda de volume plasmático, natriurese, potassiurese e supressão de vasopressina, renina e aldosterona plasmática. A imersão em água fria potencializa a resposta. O papel da diurese de imersão é usualmente explicado como um forte mecanismo compensador homeostático para contrabalançar a distensão sofrida pelos receptores pressóricos cardíacos (BOOKSPAN, 2000).

A atividade simpática renal diminui devido a uma resposta vagal causada pela distensão atrial que aumenta o transporte tubular de sódio, com diminuição de aproximadamente de um terço da resistência vascular renal. A excreção de sódio aumenta, acompanhada pelos hormônios renina, aldosterona e hormônio antidiurético. A aldosterona controla a reabsorção de sódio nos túbulos distais, atingindo um máximo após três horas de imersão.

Outro fator importante é a regulação de sódio nos túbulos distais, atingindo um máximo após três horas de imersão. A regulação do peptídeo atrial natriurético (ANP) é suprimida em 50% de sua função no solo, após a imersão. Acompanhando as alterações em alguns neurotransmissores do sistema nervoso autônomo-catecolaminas, sendo as mais importantes nesse caso a epinefrina, a norepinefrina e a dopamina, que agem regulando a resistência vascular, a frequência cardíaca e a força de contração cardíaca e são ativadas logo após a imersão (BOOKSPAN, 2000; BECKER & COLE, 1997). Esses mecanismos são amenizados com o tempo de imersão, mas em situação terapêutica, de aproximadamente uma hora de imersão, os efeitos persistem após várias horas após a imersão (BOOKSPAN, 2000).

4.4 Metabolismo energético aeróbico

Durante o exercício dinâmico, de leve a moderada intensidade, na água, a maior parte da energia usada para sustentar a atividade física é suprida pelo metabolismo aeróbico (fosforilação oxidativa). Em virtude das diferentes propriedades físicas da água, os fatores que determinam o custo energético do exercício em ambiente aquático são diferentes daqueles em terra, pois, a força de flutuação reduz o peso do corpo, reduzindo o gasto energético, uma vez que elimina o gasto de energia necessário para deslocar o corpo contra a gravidade. Por outro lado, a viscosidade da água aumenta o gasto energético necessário para realizar movimentos e deslocamentos. Assim, o dispêndio de energia na água depende menos da energia utilizada para superar o arrasto, tornando-se dependente do tamanho e posição do corpo e velocidade e direção do movimento.

Na água fria, uma grande quantidade de energia pode ser necessária para manter a temperatura corporal. Os estudos que compararam o gasto energético de atividades similares na terra e na água demonstraram uma grande variedade de respostas e assim, o gasto pode ser igual, maior ou menor na água que na terra, dependendo da atividade, profundidade de imersão e velocidade do movimento (CURETON, 2000, CRAIG & DVORAK, 1969).

4.5 Metabolismo energético anaeróbico

O metabolismo anaeróbico em músculos esqueléticos ativos ocorre quando a demanda de energia excede a taxa de suprimento por meio de metabolismo aeróbico. Isto ocorre mais freqüentemente no início do exercício e durante períodos de alta intensidade. O produto final metabólico da glicólise anaeróbica é o lactato e a mensuração de seu acúmulo no sangue é, muitas vezes, usada como um indicador da quantidade de metabolismo anaeróbico que ocorreu durante o exercício. O ácido láctico dissocia-se em íons de hidrogênio, aumentando a acidez das células musculares e do sangue, causando hiperventilação e, em altos níveis, a fadiga (ASTRAND & RODAHL, 1980).

FRANGOLIAS et al. (1994), compararam as respostas de lactato sangüíneo durante 42 minutos de corrida em imersão e corrida em esteira, a uma intensidade igual ao limiar ventilatório. Para os primeiros 14 minutos de exercício, as respostas de lactato foram similares. Entre os minutos 21 e 42 minutos o lactato sangüíneo diminuiu mais no exercício na água (25%) que em terra (12%), indicando que a entrada de lactato no sangue foi menor ou sua taxa de remoção foi maior durante estágios avançados de corrida em ambiente aquático.

4.6 Adaptações ao treinamento físico na água

As diferentes respostas fisiológicas ao exercício de média a alta intensidade, tanto em água quanto em terra, poderiam resultar em diferentes graus de adaptação a períodos repetidos de treinamento. Entretanto, o exercício na água merece algumas considerações:

(1) as adaptações circulatórias são diferentes quando se comparam ambas as situações. Na água a sobrecarga cardiorrespiratória e a filtração renal é maior. Adaptações no tecido hematopoiético tornam-se questionáveis.

(2) Em temperaturas elevadas, a sobrecarga do volume do coração e os estímulos para adaptações hipervolêmicas, em comparação ao treinamento realizado em água fria, poderiam afetar as alterações metabólicas e cardiovasculares do treinamento.

(3) Na água fresca, a elevação amenizada da temperatura corporal central e redução no fluxo sanguíneo da pele poderiam alterar as adaptações metabólicas, termorreguladoras e cardiovasculares que poderiam estar respondendo, em parte, às alterações térmicas.

Alguns estudos procuraram responder sobre a intensidade dessas variações no consumo de oxigênio (BECKER, 2000). AVELLINI et al. (1983) compararam as respostas do treinamento em bicicleta em terra a 22°C e em bicicleta na água em temperatura termo neutra e em água fria, a 20°C, por um período de quatro semanas, cinco dias por semana, uma hora por dia, a 75% da captação máxima de oxigênio. Durante o treinamento, as FC dos dois grupos que treinaram na água foram significativamente mais baixas (160 e 150 bpm) do que no grupo que treinou em terra (170 bpm), mas os consumos de oxigênio máximo foram os mesmos, sendo seu aumento de (13% a 15%). Os autores concluíram que a adaptação da captação máxima de oxigênio ao treinamento na água e em terra com a mesma intensidade metabólica foi a mesma, ainda que a FC de treinamento diferisse em até 20 bpm. As melhoras na captação máxima de oxigênio medidas na esteira foram menores do que as melhoras medidas no cicloergômetro, indicando que as adaptações foram, em parte, específicas do exercício na bicicleta. Como as FC foram diferentes nos três grupos, mas a captação de oxigênio máxima foi a mesma, os resultados indicam que a FC não é uma boa referência quanto ao estímulo de treinamento fornecido pelo exercício.

Um estudo similar realizado por SHEDAHAL et al. (1986), tendo como participantes jovens idosos chegou às mesmas conclusões.

YOUNG et al. (1993) estudaram o efeito do treinamento em água quente, a 35°C e fria, a 20°C, sobre a melhora na captação máxima de oxigênio em adultos jovens. Os participantes treinaram em bicicleta, em um ergômetro estacionário, imersos até o pescoço, durante 60 minutos, cinco dias por semana, durante oito semanas, no mesmo nível de captação máxima de oxigênio (60% da captação máxima de oxigênio máxima atingida em exercício na bicicleta). Durante o treinamento, a FC e a temperatura retal, respectivamente, do grupo que treinou em água quente foram, em média, 27 bpm e 15°C mais altos do que o grupo que treinou em água fria. A captação máxima de oxigênio aumentou em 13% para ambos os grupos. O treinamento aumentou a capacidade oxidativa do músculo a um grau

semelhante em ambos os grupos, e o volume sanguíneo não se alterou significativamente em qualquer dos grupos. Os resultados do estudo sugerem que as temperaturas cutânea e retal do corpo não afetam a adaptação metabólica e cardiovascular do treinamento na água. A alteração no volume plasmático e sanguíneo pode ter ocorrido em razão da supressão da liberação de vasopressina, renina e aldosterona durante o exercício na água. Como as FC dos dois grupos durante o treinamento diferiram por mais de 25 bpm, os resultados do estudo reforçam a conclusão de que as FC de treinamento são um mau indicador das adaptações metabólicas ao treinamento. Uma desvantagem do treinamento em ambiente aquático é que ele não melhora a tolerância ao calor.

Dois trabalhos avaliaram os efeitos de exercícios de calistenia na água. MINOR et al. (1989) estudaram os efeitos de exercícios calistêmicos em imersão até o tórax, em sessões de uma hora, três dias por semana, por doze semanas, em pacientes jovens idosos com artrite reumatóide ou osteoartrite. Durante o período de atividade, a frequência cardíaca variou de 60 a 8% da frequência cardíaca máxima. A captação máxima de oxigênio aumentou em 19 a 20%. RUOTI et al. (1994) estudaram o efeito de um programa de exercícios na água sobre a resistência muscular, a composição corporal e a capacidade de trabalho aeróbico em 12 homens e mulheres idosos (idade média de 66 anos). A captação máxima de oxigênio durante a caminhada na esteira aumentou em 15%, a porcentagem de gordura corporal não alterou de forma significativa, a frequência cardíaca em repouso diminuiu em 7%, a frequência cardíaca durante a caminhada na água, em velocidade padrão, diminuiu em 20% e a resistência dos músculos dos braços e ombros aumentaram em 11 e 35%, respectivamente. Os autores demonstraram que exercícios calistêmicos constituem em meio eficaz para melhorar a função cardiorrespiratória e a capacidade de trabalho físico do idoso.

5 CICLOERGÔMETRO AQUÁTICO – WATER BIKE®

Um ergômetro é um aparelho que possibilita o exercício e a medição da quantidade da taxa de trabalho físico em uma determinada atividade. Há vários tipos de ergômetros, como esteiras rolantes, ergômetro para membros superiores, bicicletas ergométricas e até mesmo piscinas com turbilhonamento (SZMUCHROWSKI et al, 2004). O ergômetro mais utilizado, tanto em clínicas, como em pesquisas e atividade física, é a bicicleta ergométrica. As bicicletas ergométricas se diferenciam pelo tipo de resistência que utilizam. Normalmente essa resistência pode ser por atrito mecânico, resistência do ar, resistência elétrica e resistência de fluido hidráulico.

Na bicicleta ergométrica, a parte superior do corpo permanece relativamente imóvel. A taxa de trabalho no exercício independe do peso corporal, o que significa que o peso corporal não influencia, diferentemente das esteiras rolantes, de forma significativa a resposta fisiológica a uma determinada potência (WILMORE e COSTILL, 2001).

Quando a bicicleta é utilizada como instrumento para a prática de exercícios aeróbicos o enfoque primário se encontra no conforto, na segurança e na habilidade para regular a resistência ao acomodar uma ampla escala de exigências individuais (GRECOR, 2003). Dessa maneira a *Water Bike*® é apresentada para ser um equipamento inovador no mercado do *fitness* aquático, foi desenvolvida e patenteada pelo Prof. Dr. Leszek Szmuchrowski (SZMUCHROWSKI et al, 2004).

A *Water Bike*® (Figura 3) é um cicloergômetro aquático desenvolvido especialmente para os exercícios no meio líquido, projetado de acordo com os parâmetros biomecânicos, visando a melhor execução do movimento, sem danos ao sistema esquelético e muscular, diminuindo o impacto sobre as articulações (SZMUCHROWSKI & RODRIGUES, 2002). Dessa forma, esse cicloergômetro apresenta, dentro do âmbito da atividade física, diversas possibilidades de exercícios de resistência, força, condicionamento aeróbico e reabilitação.



Figura 3: Cicloergômetro WaterBike®

A resistência ao exercício é oferecida pela própria resistência da água e depende principalmente da velocidade da água (SZMUCHROWSKI & RODRIGUES, 2002), ao contrário da bicicleta estacionária em que a resistência pode ser oferecida através de uma sobrecarga mecânica (FOX et al, 1991).

Os componentes da *Water Bike*® podem ser ajustados para ir ao encontro dos requisitos de um indivíduo inserido em um programa de treinamento ou em programas de reabilitação. Em ambos os casos, a percepção subjetiva do esforço apresenta-se como uma ferramenta importante para o alcance dos objetivos finais.

A extensão da carga nos membros inferiores pode ser regulada através da velocidade da pedalada, da resistência da água e pelas alterações nas angulações nas articulações, dependendo do posicionamento na bicicleta e do exercício proposto. Além disso, os membros superiores podem também ser submetidos a uma determinada sobrecarga com a utilização de materiais específicos de atividades aquáticas (halteres, palmar) ou através da própria resistência da água

em exercícios como as remadas e braçadas, além dos exercícios de fortalecimento abdominal, enquanto que na bicicleta ergométrica estacionária a parte superior do corpo permanece relativamente imóvel.

O sistema de empunhaduras (Figura 4) é formado por duas barras horizontais, superior e inferior. A variação da posição das mãos possibilita a variação da carga aplicada ao exercício, de acordo com a posição do corpo (SZMUCHROWSKI & RODRIGUES, 2002).



Figura 4 – Sistema de empunhadura dupla Water Bike: A – Barra Superior; B – Barra Inferior

O selim foi substituído pelo empuxo da água, proporcionando uma grande diversidade de movimentos. De acordo com Szmuchrowski (2002), a ausência do selim e a redução o peso hidrostático garantem a descompressão e ajuste das vértebras, fortalecendo a musculatura lombar e auxiliando na correção postural.

Dentre as possibilidades de movimentos podemos destacar três grupos ou modalidades principais, sendo eles o ciclismo, a remada e o step. Na modalidade ciclismo o indivíduo poderá pedalar de forma natural, da mesma forma em que pedala na bicicleta convencional. Dentre as variações nessa modalidade, destaca-se um exercício denominado “Posição Básica” (figura 5).

Segundo Szmuchrowski et al (2002), a manutenção dessa posição exige o trabalho de toda a região abdominal, principalmente dos músculos oblíquos e profundos do tronco. Nessa posição, a pedalada inicia-se com os braços estendidos com as mãos apoiadas na barra horizontal inferior e com uma das pernas

estendidas e a outra flexionada. A alternância da posição das pernas caracteriza o giro ou a pedalada.

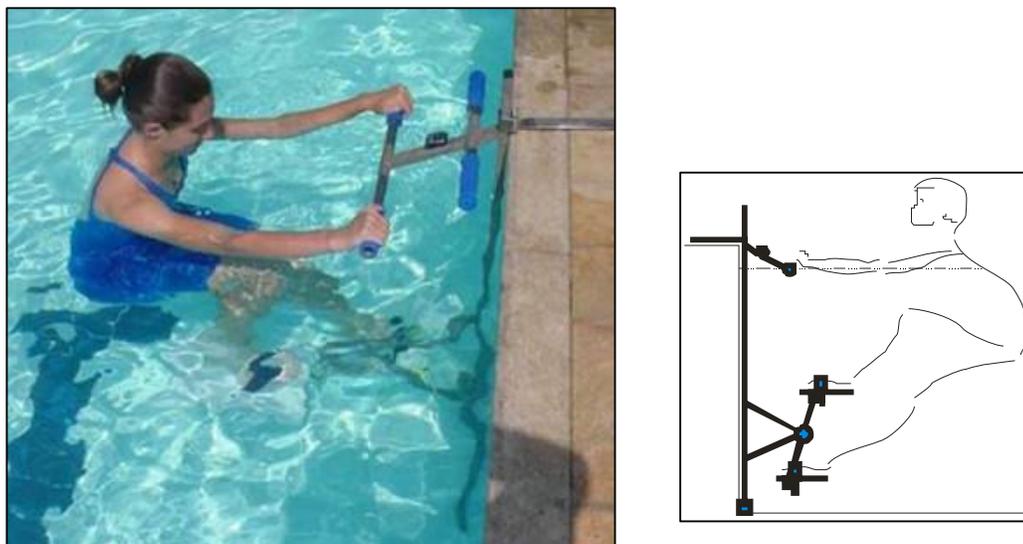


Figura 5 – Posição básica do Water Bike (foto e desenho esquemático)

Na modalidade remada (Figuras 6 e 7) observamos um trabalho muscular semelhante ao remo, porém com o tronco todo dentro d'água. O ciclo de pedaladas deve ser ininterrupto enquanto ocorre de forma dinâmica a completa extensão e flexão dos cotovelos e adução e abdução horizontal do ombro, aproximando e afastando o corpo do aparelho. Szmuchrowski et al (2002) afirmam que a intensidade desse exercício depende da área frontal de contato do corpo com a água, enfim, da massa de água deslocada.

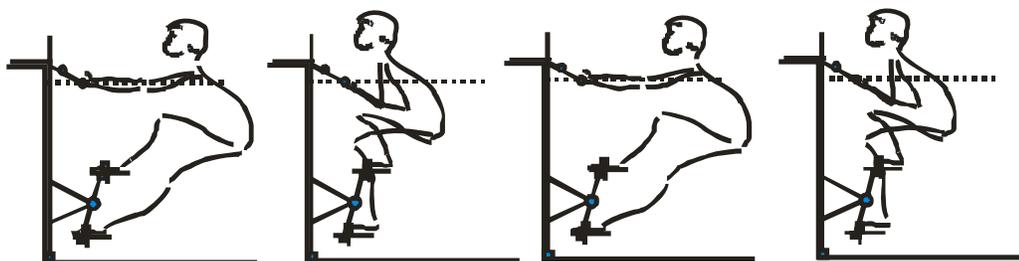


Figura 6 – Ilustração esquemática do exercício de remada horizontal



Figura 7 – Visualização fora d'água do exercício de remada horizontal

Na modalidade step o indivíduo deverá manter o corpo na posição vertical com a coluna ereta. As mãos podem ser apoiadas nas barras horizontais ou na coluna vertical com a cintura permanecendo na altura do espelho d'água (Figuras 8 e 9). Szmuchrowski et al (2002) concluem que o tronco acima do nível da água causa maior sobrecarga muscular nos membros inferiores. Ainda segundo os referidos autores, o trabalho muscular nesse tipo de exercício é semelhante às subidas em terrenos inclinados ou á subidas em escadas.



Figura 8: Posicionamento do corpo na modalidade step



Figura 9 – Visualização fora d'água do exercício step.

A *Water Bike*® tem sido considerada uma inovação no mercado de atividade física. Porém, muitos fatores ainda precisam ser investigados, incluindo parâmetros fisiológicos, psicológicos, controle e avaliação da carga de treinamento e outros assuntos que venham despertar interesse.

6 EFEITOS DA PRÁTICA TERAPÊUTICA E SUAS INDICAÇÕES

A água é, certamente, um meio diferenciado e bastante apropriado para a prática de fisioterapia, permitindo o atendimento de grupos e a facilitação da recreação, socialização e treinos de domínio da água como movimentos básicos da natação, que associadas a melhoras funcionais melhoram a autoestima e autoconfiança.

Das vantagens da hidroterapia pode-se concluir que:

(1) A flutuação reduz drasticamente o peso que é transmitido através da cartilagem articular lesionada e dolorida e de outros tecidos articulares sensíveis. O exercício é menos doloroso (RUOTI et al.,2000);

(2) A capacidade de se movimentar rapidamente através da água permite a prática de exercícios aeróbicos, como corridas e até saltos (BAUM, 2000);

(3) A liberação de endorfinas ajudará a reduzir o possíveis sensações de dor e produzir sensação de bem estar, mesmo após o final da terapia (BAUM, 2000);

(4) Para prevenir ou reduzir a osteoporose, é necessário exercício com descarga de peso, sugerindo-se exercícios na água até os joelhos, onde a descarga de peso é diminuída parcialmente (de 15 a 20% do peso corporal) (BEVERLY et al., 1989). Esta conduta deve ser acompanhada de controle hormonal e metabolismo de cálcio, além de banhos de sol (BAUM, 2000);

(5) O trabalho aeróbico também promove melhora do equilíbrio e coordenação motora, reduzindo o risco de quedas (SIMMONS & HANSEN, 1996; CAMPBELL et al., 1997);

(6) O relaxamento é bem vindo e pode diminuir o estresse, que tem suas peculiaridades no idoso. No caso específico do idoso e da hidroterapia, parece que o que realmente afeta o comportamento do idoso aumentando sua autoestima e confiança é a sensação de ausência de peso e dor, o domínio de um meio diferente ou nunca experimentada anteriormente e a melhora física (CAROMANO, 20003).

Devem-se considerar, também, os benefícios advindos da prática de exercícios físicos. O treinamento de exercícios físicos tem sido objeto de pesquisas relacionadas com a preservação ou recuperação parcial das funções orgânicas afetadas pelo envelhecimento; a prática da atividade física produz adaptações biológicas que proporcionam a melhora no funcionamento de vários órgãos e sistemas e no desempenho de habilidades motoras, auxiliam na prevenção de várias doenças, normalizam o estado emocional e facilitam a socialização (ASTRAND & RODAHL, 1980). O contrário, isto é, a manutenção de hábitos sedentários, independente da idade, propicia perdas na maioria dos sistemas orgânicos, compromete as habilidades motoras e deteriora a saúde (O'BRIEN, 1994; MILLS, 1994). Sabe-se que os benefícios da saúde ocorrem mesmo quando a prática de atividade física é iniciada em uma fase tardia de vida, por pessoas sedentárias, sendo benéfica inclusive para portadores de doenças crônicas (MOREY et al., 1996).

Estudos realizados nos últimos 30 anos sobre a relação entre o exercício físico e a saúde, encontraram que a prática de atividade física de baixa e moderada

intensidade (de intensidade entre 40 a 60% da capacidade máxima) correlacionava-se com prevenção ou melhora do quadro clínico de algumas das principais doenças associadas ao sedentarismo, como coronariopatias, diabetes, hipertensão arterial, hipercolesterolemia, acidente vascular cerebral, osteoporose, osteoartrite e câncer de próstata, mama e cólon intestinal (BLAIR et al., 1992), favorece a absorção de nutrientes e auxiliando na mobilidade intestinal (KELLING & MARTIN, 1987), tem efeito positivo na resposta imunológica do organismo (VERDE et al., 1988) e melhora da qualidade do sono (DEMENT ET AL., 1982).

De forma geral, a melhora da função musculoesquelética, decorrente da prática de exercícios físicos, consiste em normalização da relação entre tensão e comprimento dos músculos, no aumento do suprimento sanguíneo, na melhora do metabolismo muscular, no aumento na deposição de sais de cálcio ao longo das linhas de tração e compressão dos ossos envolvidos com a atividade física e no aumento na capacidade de os ligamentos e tendões se submeterem à força de tensão (THOMPSON, 1994).

A prática de exercícios físicos reduz o risco da doença arterial coronária pela melhora da capacidade cardiopulmonar, da circulação miocárdica, do metabolismo cardíaco e do aprimoramento das propriedades mecânicas do coração. Age também sobre os fatores de risco para doenças como hipertensão arterial, alteração dos níveis plasmáticos de glicose e insulina, obesidade e anormalidades no perfil lipoprotéico (McARDLE et al., 2003; FALUDI et al., 1996; ASTRAND & RODAHL, 1980).

Quanto ao sistema neuromotor, sabe-se da possibilidade de aprendizagem de novas habilidades motoras e mesmo a recuperação parcial ou total de habilidades perdidas (PAYTON POLAND, 1983). A realização regular de exercícios físicos tanto de alta quanto de baixa intensidade mantém as funções cardiopulmonar, musculoesquelética e neuromotora em níveis superiores ao encontrados em sujeitos sedentários pareados (McARDLE et al., 1991).

REFERÊNCIAS

AEA – Aquatic Exercise Association. **Manual do profissional de Fitness Aquático**. Rio de Janeiro. Ed Shape, 2001.

AGOSTINI E, Gurtner G, Torri G, Rahn H. **Respiratory Mechanics During Submersion and negative-Pressure Brating**. J Appl Physiol. 21(1):251-258, 1966.

ASTRAND, P. et al. **Tratado de Fisiologia do trabalho – bases fisiológicas do exercício**. 4ª ed. São Paulo. Artmed, 2006.

ASTRAND P.O. Rodahl K. **Tratado de fisiologia do exercício**. São Paulo: Interamericana, 1980.

AVELLINI, B.A., SHAPIRO, Y., PANDOLF, K.B. (1983). **Cardio-respiratory physical training in water and on land**. Eur. J. Applied Physiol. 50: 255-263

BARELA, A.M.F.; STOLF, S.F.; DUARTE, M. **Biomechanical characteristics of adults walking in shallow water and on land**. Journal of Electromyography and Kinesiology, v. 16, n. 3, p. 250-256, 2006.

BARELA, A.M.F.; DUARTE, M. **Biomechanical characteristics of elderly individuals walking on land and in water**. Journal of Electromyography and Kinesiology, 2006.

BATES, A. e HANSON, N. **Exercícios aquáticos terapeuticos**. São Paulo: Manole, 1998.

BAUM, B.S.; LI, L. **Lower extremity muscle activities during cycling are influenced by load and frequency**. Journal of Electromyography and Kinesiology, v. 13, n. 2, p. 181- 190, 2003.

BECKER BE, COLE A. **Comprehensive Aquatica Therapy**. Boston: Butterworth-Heinemann, 1997.

BERGER, B.; MacINMAM, A. **Exercise and the quality of life**. In: SINGER, R. et. al., Handbook of research on sport psychology . New York: Macmillan Publishing Company, 1993, p. 729 a 760.

BEVERLY, M. C., RIDER, T. A., EVANS, M. J., & Smith, R. (1989). **Local bone mineral response to brief exercise that stresses the skeleton.** *Bmj*, 299(6693), 233-235.

BIRKNER, H. A. e ROSCHINSKY, J. M. A. **Handbuch für Aqua jogging.** Aachen: Meyer & Meyer, 1999.

BLAIR SN, KOHL HW, Gordon NF, Paffenbarger RS Jr. **How Much Physical Activity is Good for Health?** *Annu Ver Publ Health*. 13:99-126, 1992.

BOOKSPAN, Jolie - **Efeitos fisiológicos da imersão em repouso.** Em: Ruoti RG, Morris DM e Cole AJ, *Reabilitação Aquática.* São Paulo, Editora Manole,

BORG, G. **Escala de Borg para a dor e o esforço percebido.** 1ª ed. São Paulo, 2000.

CAMPBELL AJ, Robertson MC, Gardner MM. **Randomised Controlled Trial of a General Practice Programme of Home Based Exercise to Prevent Falls in Elderly Women.** *Br Med J*. 315: 1065-1069, 1977.

CAMPION, M. R. **Hidroterapia: Princípios e Prática.** 1. ed. São Paulo: Manole, 2000.

CAROMANO, F.; TREMUDO FILHO, M.; CANDELORO, J. **Efeitos fisiológicos da imersão e do exercício na água.** *Revista Fisioterapia Brasil*, ano 4, n.1, 2003.

CARTON, R.; RHODES, E. **A critical review of the literature on rating scales for perceived exertion.** *Sports Medicine*, n.2, p. 198 – 222, 1985.

CHRISTIE, J.L.; SHELDAHL, L.M.; TRISTANI, F.E.; WANN, L.S.; SAGAR, K.B.; LEVANDOSKI, S.G.; PTACIN, M.J.; SOBOCINSKI, K.A.; MORRIS, R.D. **Cardiovascular regulation during head-out water immersion exercise.** Journal Applied Physiology, v. 69, n. 2, p. 657-664, 1990.

COERTJENS M, DIAS ABC, SILVA RC, RANGEL ACB, TARTARUGA LAP, KRUEL LFM. **Determinação da bradicardia durante imersão vertical no meio líquido.** In: XII Salão de Iniciação Científica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2000.

CONNELLY, T.P.; SHELDAHL, L.M.; TRISTANI, F.E.; LEVANDOSKI, S.G.; KALKHOFF, M.D.; KALBFLEISCH, J.H. **Effect of increased central blood volume with water immersion on plasma catecholamines during exercise.** Journal Applied Physiology, v. 69, n. 2, p. 651-656, 1990.

CRAIG JUNIOR, A.B.; DVORAK, M. **Thermal regulation during water immersion.** Journal Applied Physiology, v. 21, n. 5, p. 1577-1585, 1966.

CURETON KJ. **Respostas Fisiológicas ao Exercício na Água.** Em: Ruoti RG, Morris DM, Cole AJ. Reabilitação Aquática. São Paulo: Manole, 2000

DE MARRES, H. **Sportphysiologie.** Koln: Tropon, 1992

DEGANI, A.M. **Hidroterapia: os efeitos físicos, fisiológicos e terapêuticos da água.** Fisioterapia em Movimento 11(1): 93-105, 1998.

DEMENT WC, Miles LE, Carskadan MA. **“WhitePaper” on Sleeping and Aging.** J Am Geriatric Soc, 30:25- 50, 1982.

DENADAI, B. **Limiar anaeróbico: considerações fisiológicas e metodológicas.** Revista Brasileira e Atividade Física e saúde. V.1, n.2, p. 74 – 88, 1995.

DENISON DM, WAGNER PD, Kingaby GL, West JB (1972). **Cardiorespiratory responses to exercise in air and underwater.** J Appl Physiol 33(4): 426-430.

DOLBOW, D.R.; FARLEY, R.S.; KIM, J.K.; CAPUTO, J.L. **Oxygen consumption, heart rate, rating of perceived exertion, and systolic blood pressure with water treadmill walking.** Journal of Aging and Physical Activity, v. 16, p. 14-23, 2008

DUC, S.; BERTUCCI, W.; PERNIN, J.N.; GRAPPE, F. **Muscular activity during uphill cycling: effect of slope, posture, hand grip position and constrained bicycle lateral sways.** Journal of Electromyography and Kinesiology, v. 18, n. 1, p. 116-127, 2008.

FALIDI AA, Mastrocolla LE e Bertolami M. **Atuação do Exercício Físico Sobre os Fatores de Risco para Doenças Cardiovasculares.** Ver. Soc. Cardiol. De São Paulo 1(6): 1-5, 1996.

FRANGOLIAS, D. D.; RHODES, E. C. **Maximal and ventilatory threshold responses to treadmill and water immersion running.** Medicine and Science in Sports and Exercise, Madison, v. 27, n. 7, p. 1007-1013, 1995.

FRANGOLIAS, D. D; RHODES EC, BELCASTRO AN. **Comparison of metabolic responses to prolonged work at tvent during treadmill and water immersion runing.** Med Sci Sports Exerc. 26: S10, 1994.

GEYTENBEEK, J. **Evidence for effective hydrotherapy.** Physiotherapy, v. 88, n. 9, p. 514-529, 2002.

GREGOR, R. **Biomecânica do ciclismo.** In: GARRETT JR., W. E.; KIRKENDALL, D. T. (Org.). A ciência do exercício e dos esportes. Porto Alegre: Artmed, 2003. p. 547-57

HALL, S.J. **Biomecânica Básica.** 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2000.

HARRISON, R.A.; HILLMAN, M.; BRUSTRODE, S. **Loading of the lower limb when walking partially immersed: implications for clinical practice.** Physiotherapy, v. 78, p.164-166, 1992.

HECK, H.; MADER, A.; HESS, G.; MUCKE, S.; MULLER, R.; HOLLMANN, W. **Justification of the 4-mmol/l lactate threshold.** International Journal Sports Medicine. Vol.6, p.117 – 130, 1985.

HUG, F.; DECHERCHI, P.; MARQUESTE, T.; JAMMES, Y. **EMG versus oxygen uptake during cycling exercise in trained and untrained subjects.** Journal of

Electromyography and Kinesiology, v. 14, n. 2, p. 187-195, 2004.

HULL, M. L.; JORGE, M. **A method for biomechanical analysis of bicycle pedaling.** Journal of Biomechanics , v. 18, n. 9, p. 631-44, 1985

HULL, M. L.; RUBY, P. **Preventing overuse knee injuries.** In: BURKE, E. R. (Org.). High-Tech Cycling. Champaign, IL: Human Kinetics, 1996. p. 251-279

JANSEN, P. **Lactate threshold training.** Canadá. Ed. Human Kinetics. 1999.

JOHNSTON, T.E. **Biomechanical considerations for cycling interventions in rehabilitation.** Physical Therapy, v. 87, n. 9, p. 1243-1252, 2007.

KELLING Wf, Martin BJ. **Gastrointestinal Transit Druring Mild Exercise.** J Appl Phisiol. 63:978-981, 1987.Weinstein RS, Hutson MS. Decreased Trabecular

KRUEL, L.F. et al. **FC na água: FC durante imersão no meio aquático.** Fitness & Performance Journal. v.1, n.6, p. 46 – 52. Rio de Janeiro. 2002

KRUEL, L.F.; SAMPEDRO, R.M. **Alterações fisiológicas no meio aquático – Uma revisão.** Revista Mineira de Educação Física. Viçosa, v.5, n.2, p. 69 – 81, 1997.

LI, L. **Neuromuscular control and coordination during cycling.** Research quarterly for Exercise and Sports, v. 24, n. 1, p.16-22, 2004.

MARTIN, P. E., SANDERSON, D. J.; UMBERGER, B. R. **Fatores que afetam as frequências de movimento preferidas em atividades cíclicas.** In: ZATSIORSKY, V. M. (Ed.). Biomecânica no esporte. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. p. 111-124.

MASUMOTO, K.; SHONO, T.; TAKASUGI, S.; HOTTA, N.; FUJISHIMA, K.; IWAMOTO, Y. **Age-related differences in muscle activity, stride frequency and heart rate response during walking in water.** Journal Electromyography and Kinesiology, v. 17, n. 5, p. 596-604, 2007 (a).

MASUMOTO, K.; TAKASUGI, S.; HOTTA, N.; FUJISHIMA, K.; IWAMOTO, Y. **Electromyographic analysis of walking in water in healthy humans.** Journal of Physiological Anthropology, v. 23, n. 4, p. 119-127, 2004.

MARSH, A. P.; MARTIN, P. E.; SANDERSON, D. J. **Is a joint moment-based cost function associated with preferred cycling cadence?** Journal of Biomechanics , v. 33, n. 2, p. 173-180, 2000.

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

MIRANDA, M.; LOBATO, P. **Verificação do comportamento da frequência cardíaca em aulas de hidroginástica.** Revista Mineira de Educação Física. Viçosa. V.8, n.1, p. 5 – 26, 2000.

MIHEVIC, P. M. **Sensories cues for perceived exertion: a review.** Medicine and Science in Sports and Exercise.13:150-163, 1981.

MICHAUD, T. J.; SHERMAN, N. W. e BRENNAN, D. K. **The metabolic coast of aquarunning for males and females.** In: Research Quartely for Exercise and Sport, 63 (Sup. 1, A25/6), 25-26, 1992.

MINOR, M.A; HEWETT J, WEBEL RR. **Efficacy of physical conditioning exercise in patients with rheumatoid arthritis and osteoarthritis.** Arthritis Rheum.32:1396-1405, 1989.

MOORE TO, BERNAUER E.M., SETO G. **Effect of immersion at different water temperatures on graded exercise performance in man.** Aerospace Medicine. 41:1404-1408, 1970.

MOURA, J.; PERIPOLLI, J.; ZINN J.L. **Comportamento da Percepção Subjetiva de Esforço em Função da Força Dinâmica Submáxima em Exercícios Resistidos com Pesos.** Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício, vol. 2. 2003.

MORGAN, W. P., HIROTA, K., WEITZ, G .A. e BALKE, B. **Hypnotic perturbation of perceived exertion: ventilatory consequences.** American Journal of Clinical Hypnosis, 189: 182-190, 1976.

MILLS MA, Hewett Je, Webel RR. Efficacy of Phisical. **Effect of Conditioning Exercise in Patientes With Rheumatoid arthritis and Osteoarthritis.** Arthritis Rheum. 32:1396-1405, 1989.

Morey MC, Pieper CF, Sullivn RJ Jr, Crowley GM, Cowper PA, Robbins MS. **Five-year performance Trends dor Older Exercise: a Hierarchical Model of**

Enderance, Strength, and Flexibility. Journal of American Geriatric Society. 44 (10):1226-1231, 1996.

O'Brien K. Getting **Around: a Simple Office Workup to Assess Patient Functions.** Geriatrics. 49 (7):38-42, 1994.

NABINGUER, E.; ITURRIOZ, I.; TREVISAN, L. **Sistema para aquisição e monitoramento das forças aplicadas no pedal de bicicleta ciclismo.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA, 10., 2003, Ouro Preto. Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Biomecânica, 2003. 2 v. v. 1, p. 419-422

NILSSON, J. et al. **Work – time profile, blood lactate concentration and rating of perceived exertion in the 1998 Greco – Roman wrestling World Championship.** Journal of Sports Science. V.20, p. 939 – 945, 2002.

NOBLE, B. J. **Clinical applications of perceived exertion.** Med. Sci. Sports Exerc. 14:406-411, 1982.

NOBLE, B. J., BORG, G. A. V., JACOBS, I. CECI, R. e KAISER, P. **A category-ratio perceived exertion scale: relationship to blood and muscle lactate and heart rate.** Med. Sci. Sports Exerc. 15:523-528, 1983.

NORET, A.; BAILY, L. **El ciclismo: Aspectos técnicos e médicos.** Hispano Europea. Barcelona, 1987.

PAULEV PE, Hansen HG. **Cardiac responses to apnea and water immersion during exercise in man.** J Appl Physiol 1972;2:193-8.

PAYTON OD, Poland JL. **Ageing process: implications for Clinical Practice.** Physical Therapy. 63(1):41-48, 1983.

PÖYHÖNEN, T.; KYRÖLÄINEN, H.; KESKINEN, K.L.; HAUTALA, A.; SAVOLAINEN, J.; MÄLKIÄ, E. **Electromyographic and kinematic analysis of therapeutic knee exercises under water.** *Clinical Biomechanics*, v. 16, n. 6, p. 496-504, 2001 (b).

REISCHLE, K. **Biomechanica de la natacion.** Madrid: Gymnos Editorial, 1993.
Risch WD, Koubenec HJ, Beckmann U, Lange S, Gauer OH. **The effect of graded immersion on heart volume, central venous pressure, pulmonary blood distribution, and heart rate in man.** *Pflügers Arch* 1978;374:115-8.

RUOTI, TOUP JT, BERGER RA. **The effects of nonswimming water exercise on older adults.** *J Orthop Sports Phys Ther.* 19:140-145, 1994

RUOTI, R.G; MORRIS, D.M.; COLE, A.J. **Reabilitação Aquática.** 1ª ed. São Paulo. Manole, 2000.

SAVELBERG, H.H.C.M.; VAN de PORT, I.G.L.; WILLEMS, P.J.B. **Body configuration in cycling affects muscle recruitment and movement pattern.** *Journal of Applied Biomechanics*, v. 19, n. 4, p. 310-324, 2003.

SIMMONS V, HANSEN PD. **Effectiveness os WaterExercise on Postural Mobility in Well Elderly: na Experimental Study on Balance Enhancement.** *J Gerontol.* 51A(5):M233-238, 1996.

SMITH, L.; WEISS, E.; LEHMKUHL, L. **Cinesiologia clínica de Brunnstrom.** Ed. Manole. São Paulo, 1997.

SHELDAHL, L.M.; TRISTANI, F.E.; CLIFFORD, P.S., KALBFLEISCH, J.H.; SMITS, G.; HUGHES, C.V. **Effect of head-out water immersion on response to exercise training.** *Journal of Applied Physiology*, v. 60, n. 6, p. 1878-1881, 1986.

SHELDAHL, L.M., WANN, L.S., CLIFFORD, O.S., TRISTANI, F.E., WOLF, L.G. KALBELEISH, J.H. (1984). **Effect of central hypervolemia on cardiac performance during exercise.** *J. Appl. Physiol.* 52:1662-1667.

SHEPARD RJ. **The Scientific Basis of Exercise Prescribing for the Very Old.** *Journal of the American Geriatrics Society.* 38(1):62-70,1990.

SRÁMEK, P.; SIMECKOVÁ, M.; JANSKÝ, L.; SAVLÍKOVÁ, J.; VYBÍRAL, S. **Human**

physiological responses to immersion into water of different temperatures. European Journal of Applied Physiology, v. 81, n. 5, p. 436-442, 2000.

SZMUCHROWSKI, L. **Teste de limiar anaeróbico pela frequência cardíaca em cicloergômetro.** Temas atuais IV – Educação Física e Esportes. V.4, p. 111 – 122, 1999.

SZMUCHROWSKI, L.; SILVA, H.R. **Apostila o curso preparatório para professores de Water Bike.** Belo Horizonte, 2002

SZMUCHROWSKI, L.; SILVA, H.R.; COUTO, B. **Estimativa do limiar anaeróbico em cicloergômetro aquático através da percepção subjetiva do esforço – Proposta e validação.** Temas atuais VIII – Educação Física e Esportes. V.8, p. 109 – 118, 2003.

SZMUCHROWSKI, L. A. ; CARDOSO, J. R. ; CARVALHO, R.G.S. **Comparação da atividade eletromiográfica durante o movimento padrão do ciclismo em cicloergômetro padrão e aquático.** Fisioterapia Brasil, v. 5, p. 337-343, 2004.
Thompson LV. Effects os Age and Training on Skeletal Muscle Physiology and Performance. Phys Therapy. 74(1): 71-81, 1994.

VERDE T, Thomas SJ, Shephard RJ. **Influence of Heavy Training on Immune Responses to Acute Exercise in Elite Runners.** Med Sci Sports Exerc. 21:5110, 1988.

WEINECK, J. **Biologia do Esporte.** São Paulo: Ed. Manole, 1990.

WILMORE, J. H. e COSTILL, D. L. **Fisiologia do esporte e do exercício.** São Paulo: Manole, 2001

WILLIAMS ME. **Complete Guide to Aging and Healht.** New York: Harmony Books, 1995.

YOUNG, A.J; SAWKA MN, QUIGLEY MD. **Role of thermal factors on aerobic capacity improvements with endurance training.** J Appl Physiol. 75:49-54, 1993