

DIEGO DE ANDRADE E SILVA

RESPOSTAS FISIOLÓGICAS INDUZIDAS POR UMA PARTIDA DE TÊNIS

Belo Horizonte
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
2012

DIEGO DE ANDRADE E SILVA

RESPOSTAS FISIOLÓGICAS INDUZIDAS POR UMA PARTIDA DE TÊNIS

Monografia apresentada ao curso de Educação Física da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. SAMUEL PENNA WANNER

Belo Horizonte
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
2012

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela força espiritual para a realização desse trabalho.

Aos meus pais, Orcelino e Maria Aparecida, pelo apoio, compreensão, ajuda e por todo carinho ao longo deste percurso, sempre abrindo portas em meu caminho e me ajudando a conquistar objetivos.

Aos meus irmãos, Fabrício e Danillo, pelo carinho e compreensão, pelo incentivo constante e por serem referências muito importantes em minha vida.

À minha Noiva, Grazielle, pela paciência, atenção, cooperação, comprometimento e dedicação.

Aos meus amigos e colegas de curso, pela cumplicidade e amizade.

Ao meu professor orientador Samuel Penna Wanner, pela orientação deste trabalho, atenção, dedicação e por toda a paciência.

RESUMO

Devido à expansão do número de tenistas amadores e profissionais nos últimos anos no Brasil e no mundo, vários estudos têm sido publicados com o objetivo de contribuir para o desenvolvimento técnico, tático, físico e psicológico dos atletas de tênis. Esta revisão de literatura teve como objetivo descrever e analisar as respostas fisiológicas de tenistas profissionais e amadores induzidas por uma partida de tênis. Foram avaliadas as respostas metabólicas, termorregulatórias e cardiovasculares. Para realizar essa revisão de literatura, foram extraídas informações de livros nacionais e internacionais sobre a modalidade tênis, escritos por diferentes autores e editorados por diferentes companhias. Também foram consultados dissertações, teses e artigos científicos indexados em bases de dados. O tênis é uma modalidade que exige do praticante o desenvolvimento adequado das capacidades aeróbica e anaeróbica, o qual pode ser alcançado por meio de treinamento bem planejado e específico para a modalidade. Quando praticado em ambientes de calor extremo, uma partida de tênis pode provocar desidratação reduzindo assim a força, o tempo de reação e a resistência aeróbica dos praticantes. Estando associada a um desequilíbrio eletrolítico, a desidratação pode resultar em déficit temporário de aprendizagem, incapacidade de concentração, letargia e mudança de humor. Além disso, as partidas de tênis são disputadas em intensidades elevadas (60 a 70% da frequência cardíaca máxima e aumento de 8 vezes no gasto energético em comparação com o repouso). Considerando a bibliografia consultada, concluímos que disputar uma partida de tênis induz grande demanda sobre os sistemas metabólico, cardiovascular e termorregulatório.

Palavras-chave: Tênis. Termorregulação. Respostas metabólicas. Respostas cardiovasculares.

ABSTRACT

Due to the recent expansion in the number of amateur and professional tennis players in Brazil, but also worldwide, several studies aimed at contributing for the development of the technical, tactical, physical and psychological abilities required by tennis athletes have been published. This review of literature describes and analyzes the physiological responses induced by a tennis match in pros and amateurs athletes. We assessed their metabolic, cardiovascular and thermoregulatory responses. To accomplish this purpose, we collected data from national and international books about this sport, written by different authors and edited by different companies. We also consulted dissertations, theses and scientific articles indexed in databases. Tennis is a sport that requires the development of appropriate aerobic and anaerobic capacities, which can be achieved through well planned and specific training for the sport. When practiced in extremely hot environments, a tennis match can cause dehydration, thus reducing the strength, reaction time and aerobic endurance. When associated with an electrolyte imbalance, dehydration can result in transient learning deficits, inability to concentrate, lethargy and changes in the mood status. In addition, the tennis matches are played at high intensities (60-70% of the maximum heart rate and it corresponds to an eight-fold increase in energy expenditure compared to the rest conditions). Considering the literature reviewed, we conclude that a tennis match induces great demands on metabolic, cardiovascular and thermoregulatory systems.

Keywords: Tennis. Thermoregulation. Metabolic responses. Cardiovascular responses.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.....	9
Figura 2.....	17
Quadro 1.....	16
Quadro 2	25

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
1.1 Justificativa	6
2. OBJETIVO	7
2.1 Objetivo Geral.....	7
2.2 Objetivo Específico.....	7
3. MÉTODOS	8
4. REVISÃO DE LITERATURA	8
4.1 Caracterização da modalidade.....	8
4.2 Vias metabólicas.....	11
4.3 Gasto Energético.....	14
4.4 Sistema Cardiovascular.....	15
4.5 Temperatura corporal interna.....	18
4.6 Sudorese.....	19
4.7 Sede e Desidratação.....	21
5. DISCUSSÃO	25
6. CONCLUSÕES	28
REFERÊNCIAS	29

1- INTRODUÇÃO

1.1 . Justificativa

A prática da modalidade Tênis tem sido disseminada no mundo com o auxílio da mídia esportiva. Tenistas muito habilidosos, quando ganham destaque na televisão, em capas de jornais e revistas, motivam muitas crianças e tenistas amadores de diferentes partes do planeta. O número de praticantes (amadores e profissionais) da modalidade esportiva tem aumentado exponencialmente pelo mundo. Esse cenário fez crescer o interesse comercial de pequenas, médias e grandes empresas pelo esporte em questão. O incentivo financeiro fez com que os tenistas se desenvolvessem em todos os aspectos (físicos, técnicos, táticos e psicológicos), sendo que os atletas ficaram mais fortes e o jogo mais rápido. As vestimentas são mais leves e as raquetes produzidas em fibras de carbono, grafite, Kavlér, dentre outros materiais, possuem aerodinâmica que permite aperfeiçoar o rendimento dos atletas.

No Brasil, o último grande atleta de destaque internacional foi o catarinense Gustavo Kuerten, conhecido como Guga. Guga venceu três vezes, na França, o torneio *Grand Slam* de Roland Garros, um dos torneios mais importantes da modalidade, e como consequência ajudou a popularizar o tênis no Brasil, motivando assim muitas crianças e adultos amadores a praticarem a modalidade. Em outras décadas, o Brasil também teve seus grandes ídolos; o maior deles foi a tenista Maria Ester Bueno na década de 1960, tricampeã de Wimbledon, outro torneio importante e tradicional do circuito profissional da modalidade.

O desenvolvimento de pesquisas relacionadas aos esportes, mais especificamente sobre o tênis, tem se tornado mais comum nas últimas duas décadas. No entanto, o número de trabalhos científicos sobre o tênis ainda é escasso quando comparado ao de outras áreas do conhecimento, especialmente ao se considerar o grande crescimento da quantidade de praticantes pelo mundo, bem como os inúmeros torneios profissionais e amadores (NETO, 2003).

2 OBJETIVO

2.1 - Objetivo Geral

O objetivo dessa revisão de literatura é descrever e analisar as respostas fisiológicas induzidas em tenistas pela disputa de uma partida de tênis.

2.2 Objetivos Específicos

Este trabalho possui como objetivos específicos descrever e analisar as respostas fisiológicas de tenistas, tanto daqueles que são atletas profissionais quanto de amadores. Serão avaliadas as respostas metabólicas (gasto energético, tipo de substrato e vias metabólicas utilizadas para o fornecimento de energia), as respostas termorregulatórias (temperatura corporal interna, temperatura da pele, taxa de sudorese e estado de hidratação) e as respostas cardiovasculares (frequência cardíaca e pressão arterial).

3 MÉTODOS

Para ter acesso à literatura científica relacionada ao tema da monografia, essa revisão de literatura foi realizada a partir de informações obtidas em livros nacionais e internacionais sobre a modalidade tênis, sendo que os livros consultados possuem diferentes autores e foram editorados por diferentes companhias. Para descrição e análise das respostas fisiológicas observadas durante partidas de tênis, também foram utilizados artigos científicos, dissertações e teses indexados em bases de dados como a *US National Library of Medicine* (PUBMED; <http://www.pubmed.com>) e a *Scientific Eletronic Library Online* (SciELO; <http://www.scielo.org/>), além da plataforma Google acadêmico (<http://scholar.google.com.br/>). Foram usados termos em inglês e português (isoladamente ou associados com outros termos que remetem à fisiologia do exercício), dentre eles: tennis, tênis, physiology, fisiologia, thermoregulation, termorregulação, sweating rate, taxa de sudorese, heart rate, frequência cardíaca, energy expenditure e gasto energético. Os resultados importantes foram extraídos e agrupados em tópicos conforme o sistema fisiológico de interesse: metabolismo energético, sistema cardiovascular e termorregulação.

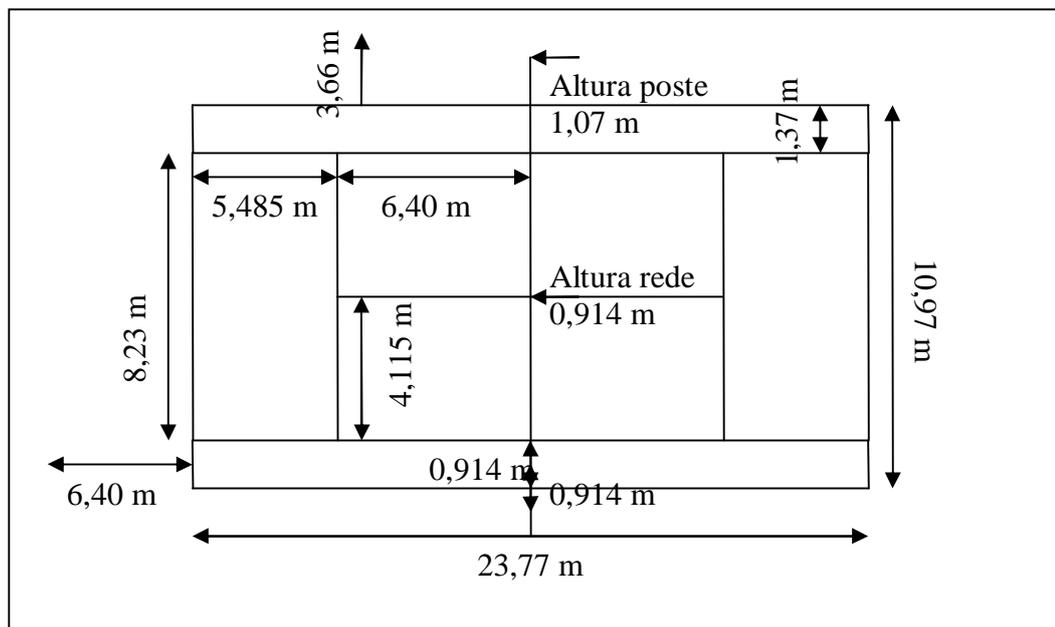
4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 - Caracterização da modalidade

O tênis foi classificado por Moreno (1994) como um jogo praticado por meio de confronto direto, de forma individual (1x1) ou em duplas (2x2); o jogo é disputado com ações, golpes, alternados por parte dos jogadores, os quais se posicionam em duas áreas iguais separadas por uma rede. O fato de ser um esporte sem contato físico faz com que os jogadores tenham a possibilidade de executarem suas ações, sem a interferência física do adversário.

Como apresentado na FIGURA 1, para uma partida disputada de forma individual, as dimensões de uma quadra de tênis são: 23,77 m de uma linha de base à outra (comprimento) e 8,23 m de largura. Já para o jogo de duplas, o comprimento da quadra é o mesmo, no entanto a largura é de 10,97 m. A altura da rede é de 0,914 m no centro e 1,07 m nos postes de sustentação, tanto em partidas disputadas de forma individual (simples) ou em duplas. Paralelamente à rede e a 6,40 m de distância da mesma, há a linha de serviço que se estende pela distância das duas linhas que demarcam as laterais durante as partidas de simples. Esse espaço é dividido ao meio por uma linha central perpendicular à rede formando assim retângulos que correspondem à área de saque, independente da forma na qual o jogo é disputado (individual ou em duplas). O saque deve ser realizado sempre em diagonal, cruzado, de forma alternada, após cada ponto jogado. A bola sacada deve passar sobre a rede, sem tocá-la, e atingir o lado contrário dentro da área diametralmente oposta e delimitada como área de saque. A superfície da quadra pode ser diferente nas competições oficiais: grama, saibro e outras superfícies sintéticas.

Figura 1. Medidas oficiais da quadra de tênis.



O tênis é praticado geralmente ao ar livre e, portanto, as condições ambientais (temperatura ambiente, umidade relativa do ar, velocidade do vento, luminosidade, entre outras) influenciam bastante na técnica, na tática e nas respostas fisiológicas e psicológicas induzidas pela modalidade. Não existe um tempo pré-estabelecido que determine a duração de uma partida de tênis. Essa duração é muito variável, podendo ser rápida ou até mesmo bastante prolongada (PERRONE, 2010). O jogo mais longo da história foi protagonizado na grama de Wimbledon, o torneio inglês considerado o mais importante do mundo, pelo jogador norte americano John Isner e o Francês Mahut, com 11 horas e cinco minutos de duração. No dia 24 de Junho de 2010, Isner venceu por 3 a 2 com parciais de 6/4, 3/6, 6/7, (7-9), 7/6 (7-3) e um interminável 70/68, lembrando que o regulamento de Wimbledon não possibilita a disputa do *tie-break* no quinto set.

Durante uma partida de tênis, há uma combinação de períodos de trabalho máximos e longos períodos de atividades realizadas em intensidades submáximas (moderada e baixa). Vários fatores determinam a intensidade do jogo, dentre os quais podem ser citados: nível técnico dos jogadores, estilo de jogo, sexo, tipo de piso e de bola (FERNANDEZ, 2006).

Monte e Monte (2007) caracterizaram o tênis de campo como uma modalidade de golpes rápidos e potentes, associados com deslocamentos rápidos dos tenistas. É comum a utilização de treinamentos pliométricos para desenvolvimento da força explosiva (taxa máxima de produção de força). Considerando-se este fato, é fundamental para o aprimoramento do desempenho atlético o desenvolvimento da agilidade, da potência muscular, da velocidade e da velocidade de reação (relacionada ao entendimento das ações do adversário para que o atleta, de maneira rápida, execute os golpes e modifique o seu posicionamento).

O tênis é um esporte com grande alternância de possibilidades motoras, caracterizado por curtos períodos de jogo intenso, intercalados por períodos de recuperação, e por uma variação ampla no tempo total de uma partida. Para que o tenista possa apresentar um desempenho máximo durante uma partida, é necessário que o mesmo tenha capacidade aeróbia adequada para suportar as partidas mais longas, uma potência anaeróbia bem desenvolvida para ganhar os pontos mais curtos e uma boa resistência anaeróbia para suportar os pontos mais longos. Além disso, a capacidade aeróbica é fundamental no processo de recuperação metabólica durante os períodos de pausa no jogo (MIRANDA, 2011). Girard et al. (2006) afirmaram que o perfil da modalidade tênis consiste em esforços de intensidade máxima (5 a 10 s), separados por intervalos mais longos de descanso (10 a 20 s), durante um período prolongado (1 a 5 h). Paula (1999) analisou três jogos oficiais disputados pelo tenista brasileiro Gustavo Kuerten, o "Guga", e observou que a duração dos pontos varia de 4 a 6 segundos nas partidas realizadas em piso de saibro (Roland Garros, 1997; Aberto de Roma, 1999), onde teoricamente o jogo é mais longo, e um torneio no piso artificial (Indian Wells, 1999), onde os pontos duram menos tempo. Paula (1999) ainda mostrou que os tempos de pausa variam de 15 a 25 s ou 30 s (tempo limite para reposição de bola). Fernandez *et al.* (2006) sugeriram que as habilidades técnicas e táticas, a preparação psicológica, a estratégia de jogo, as habilidades motoras tais como força, agilidade e velocidade, além de uma capacidade neuromuscular de coordenação, estão fortemente correlacionados com o desempenho em uma partida de tênis.

4.2 . Vias metabólicas

O tênis é um esporte que utiliza tanto os sistemas aeróbio e anaeróbio como fontes de fornecimento de energia. Um tenista pode entrar em quadra para jogar uma partida e permanecer horas em atividade. A capacidade de manter esforço por mais de 10 minutos é denominada de resistência aeróbia (OREA *et al.*,1996). O sistema oxidativo ou aeróbio será solicitado principalmente para que o atleta suporte uma partida de longa duração (Miranda, 2011). No entanto, durante uma partida, devido à característica de imprevisibilidade do jogo o tenista pode realizar dezenas, centenas de deslocamentos curtos e explosivos (*sprints*) para chegar à bola, dependendo da geração de energia por vias anaeróbicas, as quais representam as vias metabólicas que produzem ATP de forma mais rápida (KOVACS, 2006).

Estudos realizados por Ishizaki e Castro (2008) confirmaram o que Orea *et al.* (1996) haviam proposto. Após analisarem as ações de tenistas durante as suas partidas, chegou-se à conclusão que o tempo real de jogo, ou seja, tempo de duração efetiva dos pontos, representa entre 20 a 25% do tempo total de uma partida. O tempo de recuperação ativa entre os pontos corresponde a cerca de 69% do tempo total, sendo que os 10% restantes representam períodos de recuperação passiva, quando os tenistas assentam em cadeiras entre a disputa dos games. Sendo assim, pensando nos sistemas energéticos que fornecem energia a um tenista, Miranda (2011) acredita que há uma integração dos diferentes sistemas: anaeróbio alático, anaeróbio láctico e o oxidativo. Porém, para identificar a contribuição específica de cada sistema, deve-se pensar em algumas particularidades do jogo, tais como o estilo do jogador, o piso em que a partida está disputada, a tática de cada jogador, dentre outras. Ishizaki e Castro (2008) fizeram um levantamento junto à associação Alemã de Tênis e observaram uma duração média de pontos em quadra de saibro de 7 a 10 segundos, e de 30 a 50% desses valores em quadras rápidas. Esses resultados contradizem os achados do estudo de Paula (1999), quando foram analisadas partidas realizadas por Gustavo Kuerten em quadras de saibro, durante as quais os pontos duravam de 4 a 6 s. Mesmo considerando esses resultados contraditórios, pode-se afirmar que,

durante a disputa dos pontos, o sistema predominante de geração de energia utilizado é o sistema anaeróbico alático (ATP-CP).

As concentrações médias de lactato de jogadores bem treinados em partidas de simples raramente excedem valores de 3 mmol/L (KONIG, 2000). Orea *et al.* (1996) verificaram que a média de concentração de lactato pós-esforço durante uma partida atingiu valores de 2 a 5 mmol/L. Em estudo realizado por Ishizaki e Castro (2008), as concentrações de lactato sanguíneo atingiram valores de 2 a 3 mmol/L e, apenas em situações excepcionais, foram observadas concentrações de até 4 mmol/L (valor aproximado da concentração de lactato que corresponde a uma intensidade máxima de exercício, na qual atletas e não atletas conseguem suportar a realização do esforço por um longo período). Sendo assim, pode-se concluir que existe uma participação do sistema anaeróbico lático para gerar energia durante uma partida de tênis, porém essa contribuição parece ser discreta. Considerando os intervalos entre pontos, games e mudanças de lado da quadra, a regeneração de fosfato e creatina musculares em atletas bem treinados de tênis é alcançada principalmente aerobicamente pelo sistema mitocondrial oxidativo.

Durante os pontos de longa duração com golpes mais intensos, a energia é fornecida principalmente via sistema anaeróbico lático e as concentrações de lactato sanguíneo podem aumentar em até 6 mmol/L (CHRISTMASS,1998). Nessas situações, é importante que os processos bioquímicos de remoção de lactato sejam bem desenvolvidos, pois o acúmulo de lactato nos músculos e no sangue está associado com a fadiga prematura. No estudo de Urhausen (1990), os atletas foram submetidos ao treinamento com a utilização de máquina de bolas em alta intensidade e tiveram suas concentrações de lactato analisadas durante esse exercício. Foi observado que, com o aumento das concentrações de lactato sanguíneo, os atletas apresentaram eficiência reduzida nos golpes. Além disso, a técnica de execução e a capacidade aeróbia foram positivamente correlacionadas com o sucesso na atividade (URHAUSEN, 1990). A partir dessas informações pode-se presumir que, além de acelerar a fadiga, um condicionamento aeróbio inadequado pode levar a um acúmulo acentuado de lactato e consequente redução da coordenação motora e concentração mental.

A realização de exercícios de *sprint* e intervalados tem sido sugerida para uma melhora no desempenho aeróbio de tenistas (MACDOUGALL *et al.*, 1998). Este tipo de treinamento resulta em aumento da atividade de enzimas glicolíticas e oxidativas. No entanto, há uma sugestão de que a melhora do VO_{2MAX} acima de determinados valores (feminino: acima de 55 mL/kg/min, masculino: 65 mL/kg/min) não são desejáveis para o tênis. Este aumento da capacidade aeróbica induz a uma transformação de fibras musculares glicolíticas de contração rápida (IIb) para fibras intermediárias, com características oxidativas e glicolíticas (IIa) (PETTE, 1997). Sugere-se que quanto maior for a substituição de fibras de contração rápida por fibras intermediárias ou lentas, maiores seriam os prejuízos no desenvolvimento da força, potência e velocidade (LUYCKX, 1978).

Quadro 1 - Miranda JMQ. (2011), Science in Health. v.2. n.3. p.177-180.

Características de uma partida de tênis e sistemas energéticos			Características dos intervalos de uma partida de tênis		
Características da partida	Tempo utilizado	Sistema energético	Tipos de intervalo	Tempo utilizado	Tipo de recuperação
Duração da partida	Acima de 40 min.	Sistema Oxidativo	Intervalo entre pontos	De 15 a 25 seg.	Ativa
Duração do ponto	De 5 a 10 seg.	Sistema anaeróbico alático	Intervalo entre games ímpares	90 seg.	Passiva
Duração dos pontos longos	Acima de 15 seg.	Sistema anaeróbico láctico	Intervalos entre sets	120 seg.	Passiva

4.3 - Gasto Energético

O compêndio de atividade física, atualizado em 2011, propõe que partidas de tênis disputadas em duplas levam a um gasto energético de 6 MET (equivalente metabólico), ou seja, um aumento de seis vezes no gasto de energia quando comparado ao estado de repouso. Para jogos de simples, o gasto energético pode chegar a 8 MET. Enquanto, durante realização de exercício que consiste em rebatidas de bolas, sem jogar contra um adversário,

o gasto energético pode alcançar 5 MET (AINSWORTH *et al.*, 2011) . Por exemplo, Novak Djokovic e Rafael Nadal, durante a disputa da final mais longa da história dos *Grand Slam*, gastaram cerca de 4000 Kcal em 5 horas e 53 minutos de jogo.

A medida da concentração sanguínea de uréia, marcador bioquímico da degradação protéica, após uma partida de tênis demonstrou que a energia para a contração muscular é proveniente principalmente a partir da degradação dos carboidratos e ácidos graxos e que a utilização de proteínas é mínima. Em jogadores de elite, há um aumento de três vezes do metabolismo lipídico, conforme indicado pela utilização do glicerol. Os metabólitos lipídicos aumentam constantemente, durante uma partida, deixando clara a importância do metabolismo energético oxidativo principalmente em partidas longas. Uma maior capacidade de oxidar ácidos graxos como fonte de energia reduz as concentrações de lactato em intensidades submáximas, o que sugere uma menor utilização do glicogênio muscular. A menor utilização das reservas musculares de carboidrato pode adiar a fadiga (KONIG, 2000).

4.4 . Sistema cardiovascular

O padrão de alterações no sistema cardiovascular varia de acordo com a duração, a intensidade da partida, o nível de habilidade e a idade dos praticantes.

A frequência cardíaca (FC) é modulada por uma ação simultânea, embora independente, dos ramos simpáticos e parassimpáticos do sistema nervoso autônomo (JOSE, 1966). Ao inibir parcial ou completamente a atividade vagal cardíaca, ocorre uma aceleração da FC, sendo que essa aceleração será ainda mais intensa em função do aumento da estimulação simpática noradrenérgica sobre o coração (NOBREGA *et al.*, 1990).

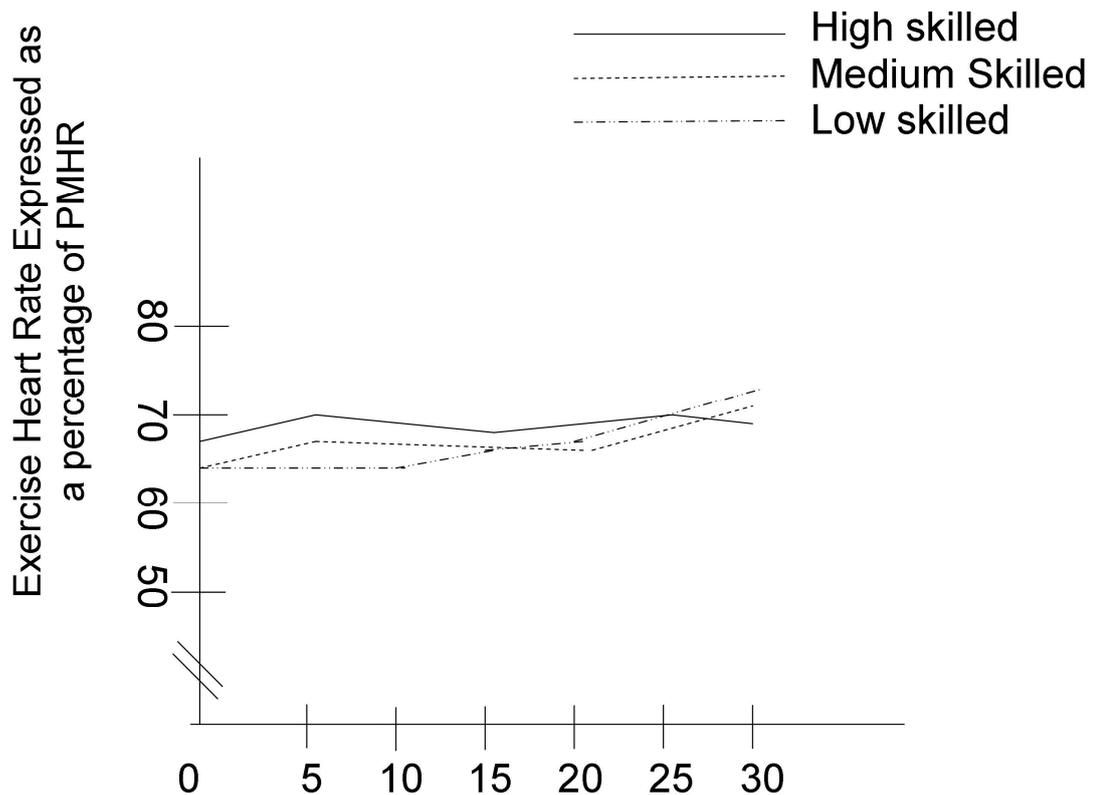
A prática regular de atividade física que demanda maior fornecimento de energia via sistema aeróbico está associada a adaptações do sistema cardiovascular. Estas incluem o aumento do volume de ejeção (e, em consequência, do débito cardíaco), melhora da vascularização periférica e ação preponderante do sistema vagal observada durante o repouso. A

melhora da função cardíaca e o maior aporte sanguíneo para os tecidos periféricos são responsáveis por um maior suprimento de oxigênio aos músculos, levando a um aumento do VO_{2MAX} (BASSETT,2000). Em conjunto, as adaptações do sistema cardiovascular levam à diminuição da frequência cardíaca de repouso e também durante o exercício submáximo (IMAI, 1994).

Konig et. al. 2000 relataram que a prática do tênis, em alto nível de desempenho, provoca aumento do volume do coração. O volume médio do coração dos jogadores profissionais de nível mundial de tênis é 30% maior do que nos praticantes recreativos de final de semana, não treinados. O aumento fisiológico do volume do coração é acompanhado por um aumento do volume sistólico e do débito cardíaco. Como consequência dessas adaptações morfológicas e funcionais, a frequência cardíaca de repouso em jogadores de tênis bem treinados é menor que 50 batimentos por minuto (bpm). No entanto, as adaptações cardiovasculares em jogadores de tênis de elite são menos pronunciadas do que em atletas treinados em *endurance* (capacidade de realizar exercícios prolongados), como corredores de longa distância ou ciclistas profissionais.

No estudo realizado por Konig *et al.* (2000), a frequência cardíaca de atletas bem treinados foi registrada. Conclui-se que, para esses atletas entre 20 e 30 anos de idade de ambos os sexos, durante uma partida de tênis, a frequência cardíaca permanece em valores entre 60 e 70% da frequência cardíaca máxima. Misner *et al.* (1980) monitoraram a frequência cardíaca de 28 tenistas homens, entre 23 e 52 anos de idade, durante a prática amadora de tênis. A frequência cardíaca correspondeu a 60% da máxima. É importante ressaltar que a bola permaneceu em jogo por 23% do tempo total da partida. Apesar de o jogo possuir intervalos de aproximadamente 30 s entre os pontos e de 1 min entre os games de soma ímpar, a frequência cardíaca durante o ponto não é significativamente diferente dos períodos de recuperação entre pontos. No entanto, em pontos consideravelmente mais longos, a frequência cardíaca pode chegar a valores próximos de 200 bpm. Quando avaliado em função do percentual da frequência cardíaca máxima, o nível de habilidade dos tenistas não interfere na demanda sobre o sistema cardiovascular (figura 1).

Figura 2. Resposta da frequência cardíaca expressa em porcentagem da frequência máxima de jogadores em jogo de tênis durante 30 minutos comparando diferentes níveis



Fonte: Gráfico reproduzido do artigo de Docherty (1982), British Journal of Sports Medicine. v.16. n.2. p.96-100.

Elliott (1985) relatou que a frequência cardíaca de quem serve é maior quando comparada à do jogador que recebe o saque. A diferença observada de 10 bpm durante os pontos jogados e de 8 bpm nos períodos de recuperação entre os pontos podem ser atribuídas ao perfil mais ofensivo, dominante de quem saca. Além disso, o stress psicológico do servidor resulta em maior estimulação simpática noradrenérgica, podendo aumentar a frequência cardíaca em quem serve (THERMINARIAS, 1991).

A temperatura corporal interna é outro fator que influencia o ritmo cardíaco. Portanto, em dias quentes e úmidos e durante partidas de longa duração, a temperatura interna pode chegar a 40°C, levando a um aumento

da frequência cardíaca acima de 160 bpm, durante os pontos e nos períodos de recuperação (THERMINARIAS, 1991).

4.5. Temperatura corporal interna

Mesmo com uma hidratação adequada, observa-se que o aumento da taxa metabólica pode levar progressivamente ao armazenamento de calor, durante um longo tempo de atividade no calor em atletas tenistas juvenis (FALK, 1992). As características do jogo competitivo de tênis, incluindo o exercício repetitivo, com padrões intermitentes e complexos de movimento, as alterações posturais e a realização de diferentes cargas de trabalho com períodos de recuperação, induzem maior esforço fisiológico e maior produção e armazenamento de calor, acentuando o aumento da temperatura interna quando comparado com o exercício contínuo (KRANING, 1991) e sugerindo a existência de risco clínico durante partidas de simples de alta intensidade disputadas no calor extremo. Apesar de não existirem relatos de mortes por causa do calor extremo, sintomas de estresse térmico são frequentemente notados em atletas, durante eventos realizados em ambiente quente. Infelizmente, no entanto, a prevalência e extensão das principais respostas e doenças relacionadas ao calor, assim como a interferência do estresse térmico no desempenho, são praticamente desconhecidas no tênis juvenil. Bergeron *et al.* (2006) constataram que a ingestão de líquidos contendo carboidratos e eletrólitos pode ser mais eficaz que a ingestão de água pura para manter o estado de hidratação e minimizar o estresse térmico. Um grupo de jogadores foi monitorado, durante um período de treinamento, e estes se encontravam pouco hidratados, como indicado pela gravidade específica da urina pré-atividade; no entanto, esta medida, a ingestão de líquidos e o percentual de alteração na massa corporal não foram estatisticamente associados com as repostas da temperatura interna (que se aproximaram ou chegaram a 39°C para alguns jogadores), durante 2 horas de prática. Os tenistas competitivos, mesmo quando bem supervisionados, podem variar sua própria intensidade e esforço, o que pode também alterar a associação esperada entre hidratação e estresse térmico, a qual é tipicamente presente quando a atividade física no calor é mantida.

Até hoje, apenas um estudo examinou a associação entre o estado de hidratação e a temperatura corporal interna em jogadores juvenis de tênis, durante uma competição. Esse estudo concluiu que os atletas juvenis que não estão bem hidratados, ao começarem um jogo, podem apresentar aumento progressivo do estresse térmico e, conseqüentemente, maior risco de doenças provocadas pelo calor com o avanço da partida (BERGERON,2007). Especulou-se ainda que o stress térmico é consistentemente maior em jogos válidos mais desafiadores, como as últimas rodadas de um torneio, por causa da intensidade, da duração do jogo e do déficit potencial de água corporal acumulado ao longo da disputa do torneio.

4.6 Sudorese

Cerca de 75-80% da energia química utilizada pela musculatura em contração, durante uma determinada atividade física, é convertida em calor; portanto, a dissipação de calor através da pele é fundamental para impedir aumentos exagerados da temperatura interna (INQUE *et al.*, 2004). Quando há um aumento da temperatura da pele, o calor é dissipado para o meio ambiente por meio da condução, da convecção e da radiação. Além desses três processos físicos, a evaporação do suor é outro mecanismo que promove a dissipação de calor, sendo fundamental para manter a temperatura interna em aproximadamente $37\pm 1^{\circ}\text{C}$. A importância da sudorese na dissipação de calor aumenta quando o gradiente entre as temperaturas da pele e do ambiente é pequeno. De fato, a sudorese é o único mecanismo pelo qual o corpo dissipa calor contra um gradiente de temperatura (quando a temperatura ambiente é maior que a temperatura da pele). Em função dessas observações, Burke e Hawley (1997) afirmaram que a sudorese é a maneira mais eficiente de dissipar o excesso de calor corporal produzido pela contração muscular. No entanto, é importante destacar que valores elevados de umidade relativa do ar limitam a evaporação do suor. Sabe-se que, quando expostos ao calor, ao ar livre ou em ambiente controlado, indivíduos jovens apresentam variabilidade considerável no volume de suor produzido e no grau de desidratação (PERRONE, 2010).

O aumento da taxa de sudorese depende da ativação de um maior número de glândulas sudoríparas, do aumento do volume de suor excretado por glândula ou dos dois fatores ao mesmo tempo (KONDO *et al.*, 2001). As glândulas sudoríparas écrinas, responsáveis por secretar um suor mais aquoso, aumentam de tamanho juntamente com o crescimento corporal, sendo que as diferenças no tamanho das glândulas podem ser observadas entre gêneros: homens possuem glândulas maiores que as mulheres. Um estudo realizado por Wolfe *et al.* (1970) sugeriu que, após dois anos de vida, o indivíduo já possui um número total de glândulas determinado geneticamente, podendo apresentar, em média, três milhões de glândulas sudoríparas. Durante o exercício físico, as glândulas são recrutadas principalmente nos primeiros minutos, e depois esse número mantém-se constante, podendo chegar a 1,7 milhões de glândulas recrutadas para excreção do suor (BAR-OR e ROWLAND, 2004).

A produção de suor mediada pelo sistema nervoso central ocorre quando a temperatura interna aumenta. Caso o calor produzido pelo exercício não seja dissipado para o ambiente, esse aumento da temperatura interna pode chegar a 1°C a cada 5 minutos (NADEL *et al.*, 1971a, 1971b). A aclimação ao calor gera mudanças estruturais nas glândulas sudoríparas, como hipertrofia e maior sensibilidade colinérgica, além de aumentar o número de glândulas que são ativadas com o estímulo térmico (SATO e SATO, 1983; NIELSEN, 1998).

Dependendo da modalidade esportiva, do período de treinamento ou competição ou do estado de condicionamento físico dos atletas, a taxa de sudorese, índice de capacidade evaporativa de dissipação, pode variar consideravelmente entre 0,56 e 3,41 L/h (SAWKA *et al.*, 2007; PERRONE, 2010). Outros fatores como o estado de aclimação ao calor, o sexo dos atletas e o tipo de vestimenta utilizado também podem influenciar a taxa de sudorese. Um atleta aclimatado ao calor começará a suar mais cedo, terá uma maior taxa de sudorese para uma determinada temperatura interna e pode manter a taxa de suor por um longo período de tempo (KOVACS, 2006). Segundo Mayer *et al.* (1992), as perdas de eletrólitos, como Na⁺ e Cl⁻, pelo suor são maiores nos indivíduos adultos do sexo masculino (HUE *et al.*, 2004; KIRBY e CONVERTINO, 1986; YANAGIMOTO *et al.*, 2002). As perdas de

eletrólitos por meio do suor são reduzidas depois de um período de aclimação ao calor (KIRBY e CONVERTINO, 1986): um jogador de tênis aclimatado perde menos eletrólitos quando comparado a um jogador não aclimatado.

Stofan *et al.* (2005) sugeriram que as câibras musculares podem estar relacionadas com a quantidade de eletrólitos perdidos. Indivíduos que apresentam câibras induzidas pelo calor perdem o dobro de eletrólitos quando comparados aos que não apresentam histórico de câibras. O tênis é frequentemente jogado em ambientes quentes e úmidos, o que contribui para as elevadas taxas de sudorese medidas nos tenistas. Estudos realizados por Bergeron *et al.* (1995, 2003) demonstraram que tenistas podem suar, em média, cerca de 2,5 L/h, sendo que alguns tenistas podem apresentar valores superiores a 3 L/h.

4.7. Sede, desidratação

A desidratação pode prejudicar o desempenho de atletas e, quando acentuada, pode levar os mesmos a problemas sérios de saúde, inclusive à morte. Por isso, desequilíbrios hidro-eletrolíticos severos devem ser corrigidos (BURKE e HAWLEY, 1997). A queda do desempenho físico causada pela desidratação pode ocorrer por meio da redução da força, do tempo de reação e da resistência aeróbica. A desidratação, além de provocar desequilíbrio eletrolítico o qual está associado ao desenvolvimento de acidose, pode também resultar em déficit temporário de aprendizagem, incapacidade de concentração, letargia e mudança do estado de humor (AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS, 2005). O percentual de perda de massa corpórea pode ser utilizado como um parâmetro para a hipo-hidratação em leve (redução < 4%), moderada (5-8%) ou severa (8-10%) (MEYER, 1993).

A manutenção do equilíbrio hidroeletrólítico depende de diversos fatores, tais como a taxa de sudorese, a composição do suor, o volume e a composição da urina (MAYER *et al.*, 1994). A sudorese excessiva, não acompanhada da sem reposição de líquidos, causa diminuição do volume e fluxo sanguíneo, aumento da concentração de Na⁺ no plasma e da osmolaridade plasmática e diminuição da sensibilidade da glândula

sudorípara. Em conjunto, essas alterações afetam o controle da temperatura interna, provocando hipertermia (SAWKA e MONTAIN, 2000). Como consequência da perda de água e aumento da osmolaridade plasmática, enzimas e hormônios como renina e vasopressina são secretados. No tênis, aumentos significativos de vasopressina e renina podem ser observados após partidas extenuantes em ambiente quente. O aumento da atividade da renina está intimamente ligado às alterações da frequência cardíaca, níveis de lactato e temperatura interna.

Armstrong *et al.* (2007) sugerem um impacto negativo da desidratação no atleta em atividades físicas, durante as quais o fornecimento de energia depende predominantemente do sistema aeróbio. A desidratação pode acelerar o processo de fadiga muscular e promover acúmulo de calor. O estado de hidratação é um dos fatores determinantes na eficiência da termorregulação durante o exercício: para cada 1% de perda de massa corporal devido à desidratação, a frequência cardíaca aumenta em 5 a 8 bpm e o débito cardíaco diminui significativamente. A incapacidade de o coração gerar um fluxo sanguíneo adequado às demandas do exercício limita a dissipação de calor, induzindo aumentos na temperatura interna entre 0,2 a 0,3°C (COYLE, 2004).

A desidratação superior a 2% da massa corporal, verificada em ambientes quentes (aproximadamente 32°C) e úmidos, compromete o desempenho aeróbio e as capacidades cognitivas e mentais (SAWKA *et al.*, 2007; ADAM *et al.*, 2008; SHIRREFFS, 2009). Magal *et al.* (2003) relataram que a desidratação, mesmo com magnitude inferior a uma perda de 3% na massa corporal afetou significativamente o tempo de *sprints* curtos (5 e 10 metros), muito comuns durante as partidas de tênis. Conforme apresentado na tabela 3, a desidratação progressiva até valores de 4% de redução na massa corporal em causada por exercício de intensidade moderada realizado sob calor induz a uma redução gradual do fluxo sanguíneo sistêmico, muscular e periférico, aumento da temperatura interna, maior dependência do glicogênio muscular como fonte energética, aumento do metabolismo celular e uma tendência de diminuição do consumo de oxigênio muscular quando os indivíduos se encontram próximos da fadiga (GONZALEZ-ALONSO *et al.*, 2008).

Segundo Sawka e Montain (2000), a sede não pode ser considerada como o melhor critério para regular o consumo de líquidos, pois a sede pode não ser percebida até que o indivíduo apresente uma redução de aproximadamente 2% da massa corporal; dessa forma, faz-se necessário que o consumo de líquidos seja planejado, pois se o indivíduo depender somente da sede, é provável que sempre ocorra desidratação durante exercício no calor. Mesmo com um déficit hídrico pequeno (perda de 2% de massa corpórea), o desempenho mental fica prejudicado, incluindo prejuízos em funções como atenção e velocidade motora.

A ingestão de líquidos, durante uma atividade física, tem como propósito minimizar a desidratação excessiva (perda de massa corporal acima de 2%), além de prevenir o desequilíbrio nas concentrações de eletrólitos, o que evita o comprometimento do desempenho (Sawka *et al.*, 2007). A perda de sódio por meio da sudorese justifica sua reposição durante o exercício, em algumas situações. A concentração de sódio no suor varia individualmente, de acordo com a idade, grau de condicionamento físico e aclimação ao calor. A diminuição da osmolaridade plasmática produz um gradiente osmótico acentuado entre o sangue e o cérebro (sendo que o líquido cérebro-espinhal apresenta maior osmolaridade), causando apatia, vômito, alterações na consciência e convulsões, e outras manifestações neurológicas associadas à hiponatremia (HERNANDEZ e NAHAS, 2009). O acréscimo de sódio em bebidas reidratantes promove maior absorção de água e carboidratos pelo intestino, durante e após o exercício. Isso se dá porque o transporte de glicose na mucosa do enterócito é acoplado com o transporte de sódio, resultando em maior absorção de água.

Quadro 2- Reproduzida do artigo da Revista Brasileira de Medicina do Esporte. v.15. n.3 p.3 -12, 2009.

Alterações provocadas pela desidratação	
AUMENTO	REDUÇÃO
<ul style="list-style-type: none"> • Frequência cardíaca submáxima • Concentração de lactato e Osmolaridade sanguínea • Índice de percepção de esforço • Náuseas e Vômitos • Requerimento de glicogênio muscular • Temperatura interna: hipertermia • Doenças do calor: câimbras, exaustão ou choque térmico 	<ul style="list-style-type: none"> • Volume plasmático • Volume sistólico, débito cardíaco e VO₂max • Fluxo sanguíneo para pele e músculos ativos, fígado e outros órgãos • Taxa de sudorese • Tempo para atividade contínua, prolongada e intensa • Pressão arterial • Componentes cognitivos • Motivação

5 DISCUSSÃO

Atualmente, a mídia tem disseminado as modalidades esportivas em todo mundo. Os atletas provenientes de todos os cantos do planeta se tornam ídolos e celebridades internacionais, motivam adultos, e inspiram crianças, os quais fazem do esporte um meio profissional de vida ou mesmo um *hobby*. Com o tênis, esse cenário não é diferente; ídolos como Roger Federer, Rafael Nadal e Novak Djokovic atraem a atenção de muitas crianças, adultos e inclusive pesquisadores, professores, jornalistas e vários outros profissionais envolvidos direta ou indiretamente com o tênis. E isso faz com que este esporte se desenvolva, criando atletas cada vez mais competentes e eficientes. Portanto, relatar e avaliar as respostas fisiológicas de um tenista durante uma partida de tênis significa fornecer informações úteis para que técnicos e profissionais da área possam escolher melhor os tipos de treinamento, prescrever cargas adequadas de treinamento, habilitar tenistas a utilizar ao máximo as suas habilidades mentais e físicas.

Ao analisar os trabalhos realizados por diversos autores, os quais foram descritos nessa revisão, podemos concluir que o tênis é um esporte diferente de muitos outros no que diz respeito à sua exigência física e mental. O tênis exige do atleta a utilização como fontes primárias de fornecimento de energia tanto a via metabólica aeróbica como a anaeróbica. Em partidas de longa duração, é o atleta necessita de resistência aeróbica, do fornecimento de energia via sistema oxidativo e da utilização de ácidos graxos como uma das principais fontes de energia. No tênis, os pontos tendem a ser curtos, durando cerca de 4 a 7 segundos. No entanto, existe grande variação nessa duração e os pontos podem durar mais que 7 ou menos que 4 segundos. Em pontos mais curtos, a via metabólica predominante é a glicolítica, fonte rápida de fornecimento de energia; enquanto, em pontos mais longos, a via anaeróbica láctica é a fonte primária, levando à produção de lactato, marcador da fadiga muscular. Existem evidências que os atletas bem treinados produzem menos lactato para uma mesma intensidade de exercício quando comparados com atletas amadores.

Considerando o aspecto mental do jogo, os tenistas necessitam de silêncio durante o ponto para se concentrar, manter o foco, pois milésimos de segundos podem ser decisivos. São necessárias reações rápidas, tomadas de decisão em curto espaço de tempo, força explosiva e velocidade. Entender quais são as respostas fisiológicas durante uma partida e como as mesmas influenciam no desempenho pode ajudar a maximizar a efetividade dos golpes de um jogador. Além disso, alguns fatos importantes devem ser levados em consideração, dentre os quais podemos citar: as câibras são comuns em jogadores de tênis devido à perda de eletrólitos em ambiente quentes; a desidratação é um dos fatores que também pode influenciar na concentração; valores extremos de temperatura ambiente afetam a temperatura interna, a taxa de sudorese e o equilíbrio eletrolítico, exigindo assim uma reidratação adequada para evitar complicações como a hiponatremia. Portanto, é necessário entender o quanto de produção de suor é tolerável, o quanto a temperatura interna pode aumentar sem afetar a saúde dos praticantes, em qual temperatura devem-se realizar os treinos e quais são os limites fisiológicos de cada indivíduo.

Em amadores, as complicações causadas pelo estresse térmico ambiental parecem ser mais comuns, pelo fato de os mesmos não serem aclimatados ao calor, pela irregularidade na frequência dos treinamentos, por exigirem além dos próprios limites em jogos duradouros e por praticarem a modalidade muitas vezes sem orientação de profissionais de educação física, fisioterapeutas e nutricionistas. Apesar dos benefícios que o treinamento promove nos tenistas, tais como aumento do volume do coração, aumento do débito cardíaco, diminuição da frequência cardíaca de repouso, controle da temperatura interna facilitada, dentre outros, a prática desestruturada, sem os devidos cuidados, pode causar complicações e diminuir o desempenho durante uma partida.

A prática do tênis pode também ser atrativa devido aos possíveis benefícios para a saúde dos praticantes. Isso é particularmente importante quando pensamos que vivemos em uma sociedade cada vez mais sedentária, o que favorece o aumento da prevalência de obesidade, diabetes do tipo 2, hipertensão arterial e outras doenças associadas ao sedentarismo. Por ser uma modalidade cuja duração da partida não é definida por regra, uma partida

pode durar horas e exigir do praticante resistência aeróbica e elevado gasto energético (cerca de 8 vezes maior que o gasto energético em repouso).

6 CONCLUSÃO

Após a análise dos trabalhos citados nesta revisão de literatura, podemos concluir que o tênis é uma modalidade esportiva que exige várias capacidades físicas dos praticantes para a obtenção de um bom desempenho. Dentre essas capacidades físicas, podemos citar agilidade, velocidade, potência muscular, velocidade de reação, resistência aeróbica e anaeróbica. Além disso, a prática de tênis em alto nível de rendimento provoca alterações consideráveis nas características morfológicas e funcionais do sistema cardiovascular, tais como os aumentos do volume do coração, do débito cardíaco e do volume de ejeção observados em atletas profissionais de tênis em comparação com atletas recreacionais. Com relação às respostas termorregulatórias, os exercícios repetitivos, com padrões intermitentes e complexos de movimento e a realização de diferentes cargas de trabalho com períodos variáveis de recuperação, induzem maior estresse fisiológico e maior produção e armazenamento de calor, acentuando o aumento da temperatura interna quando comparados com o exercício contínuo. Isso sugere a existência de risco clínico durante partidas de simples de alta intensidade disputadas no calor extremo. Constatou-se também que, a ingestão de líquidos contendo carboidratos e eletrólitos pode ser mais eficaz que a ingestão de água pura para manter o estado de hidratação e minimizar o estresse térmico.

Durante uma partida, os praticantes podem também apresentar valores consideráveis de gasto energético, o qual corresponde entre 6 a 8 vezes a taxa metabólica de repouso. Com a prática regular do tênis, é possível que os atletas consigam melhorar o condicionamento físico, prevenir doenças como obesidade, diabetes do tipo 2 e outras doenças relacionadas, além melhorar a qualidade de vida.

REFERÊNCIAS

- ABURACHID, L.; **Construção e Validação de um teste de conhecimento tático declarativo**: Processo de percepção e Tomada de decisão no Tênis, Dissertação (Mestrado em Ciência do Esporte); **EEFFTO/UFMG**; 2009.
- BASSETT, D.; HOWLEY, E.; Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance; **Med. Sci. Sports Ex.**; v.32: p.70. 84, 2000.
- BERGERON, M.; WALLER, J.; MARINIK, E.; Voluntary fluid intake and core temperature responses in adolescent tennis players: sports beverage versus water. **Br J Sports Med**; v.40: p.406-410, 2006.
- BERGERON, M.; Dehydration and Thermal Strain in Junior Tennis; **Univ of Nebraska Med Ctr**; July 17, 2009.
- CHRISTMASS, M.; RICHMOND, S.; CABLE, N.; ARTHUR, P.; HARTMANN P.; Exercise intensity and metabolic response in singles tennis; **J. Sports Sci**; v.16: p.739 . 747, 1998.
- FALK, B.; BAR-OR O.; MACDOUGALL J.; Thermoregulatory responses of pre-, mid-, and late pubertal boys to exercise in dry heat; **Med Sci Sports Exerc**; v.24: p.688-694, 1992.
- GALLEGOS, S.; **Competitividade e performance Esportiva em Tenistas Profissionais**. 2001. 67f. Dissertação (Mestrado em Educação Física); **Escola de Educação Física e Esportes, USP**, 2001.
- HERNANDEZ, AJ; NAHAS, RM; *et al.*; Modificações dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas: comprovação de ação ergogênica e potenciais riscos para a saúde; **Rev Bras Med Esporte**; v.15(3), p.3-10, 2009.
- IMAI, K.; SATO, H.; HORI, M.; Vagally mediated heart rate recovery after exercise is accelerated in athletes but blunted in patients with chronic heart failure; **J Am Coll Cardiol**; v.24: p.1529. 1535, 1994.
- JOSE, A.; Effect of combined sympathetic and parasympathetic blockade on heart rate and function in man; **Am J Cardiol**; v.18: p.476-8, 1966.
- KONIG, D.; HUONKNER; M.; Cardiovascular, metabolic, and hormonal parameters in professional tennis players; **Med & Sci in Sports & Ex.**; v.33(4): p.654-658, 2001.
- KOVACS, M.; **Hydration and temperature in tennis** . A Pratical Review; University of Alabama, Tuscaloosa, AL, USA; 2006.
- KRANING, K.; GONZALEZ, R.; Physiological consequences of intermittent exercise during compensable and uncompensable heat stress; **J Appl Physiol**; v.71: p.2138-2145, 1991.

LUYCKX, A.; PIRNAY, F.; LEFEBVRE, F.; Effect of glucose on plasma glucagon and free fatty acids during prolonged exercise; **Eur J Appl Physiol Occup Physiol**; v.39: p.53-61, 1978.

MACDOUGALL, J.; HICKS, A.; MACDONALD, R.; MCKELVIE, R.; GREEN, H.; SMITH, K.; Muscle performance and enzymatic adaptations to sprint interval training; **J. Appl. Physiol**; v.84: p.2138-2142, 1998.

MACIEIRA, J.; **Calor, Desidratação e Degradação muscular no exercício**; v.3(2): p 22-32, 2009

MEYER, F.; PERRONE C.; Hydration Post-Exercise . Recommendation and Scientific Evidence; **Rev Bras Ci e Mov**; v.12, n.2, p.87-90, 2004.

MIRANDA, J.; O jogo de tênis de campo e suas implicações energéticas; **Sci in Health**; v.2(3): p.177-80, 2011.

MONTE, A.; MONTE, F.; Testes de agilidade, velocidade de reação e velocidade para o tênis de campo; **Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum**; v.9, n. 4, p.401-407, 2007.

NÓBREGA, A.; CASTRO, C.; ARAÚJO, C.; Relative roles of the sympathetic and parasympathetic systems in the 4-s exercise test; **Brazilian J Med Biol Res**; v.23: p.1259-62, 1990.

PERRONE C.; **Estado de Hidratação, Sudorese e Reidratação durante uma sessão de treino no calor em jovens praticantes de diferentes esportes**; Dissertação (Doutorado em Ciência do Movimento Humano); Escola de Educação Física e Esportes, Universidade Porto Alegre; Brasil; 2010.

PETTE, D.; STARON, R.; Mammalian skeletal muscle fiber transitions. **Int. Rev. Cytol**; v.170: p.143-223, 1997.

SAWKA, M.N.; BURKE, L.M.; EICHNER, E.R.; MAUGHAN, R.J.; MONTAIN, S.J.; STACHENFELD, N.S. Exercise and fluid replacement. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v.39(2): p.377-390, 2007.

SMEKAL, G.; VON DUVILLARD, S.; A physiological profile of tennis match play; **Med & Sci in Sports & Ex.**; v.33(6): p.999-1005, 2001.

STUCCHI, S.; Tênis de campo; **Mov & Percep, Espírito Santo do Pinhal , SP**; v.7(10): p.191-207,2007.

TELES, W.; SALVE, M.; Qualidade de vida através do tênis; **Mov & Percep, Espírito Santo do Espinhal, SP**; v.4(4); p.28-39, 2004.

URHAUSEN, A.; COEN, B.; WEILER, B.; KINDERMANN W.; Evaluation of physical performance and training monitoring; **Sportmedizinische Leistungsdiagnostik und Trainingssteuerung in Rückschlagspielen**; Leistungssport. v.5: p.29-34, 1990.