

## **IMPACTO DO TREINAMENTO NAS VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS DE PARATLETAS DE ESGRIMA EM CADEIRA DE RODAS DE ALTO RENDIMENTO**

Tanara Knopik Silvério<sup>1</sup>, Julio Cesar Bassan<sup>2</sup>

### **RESUMO**

O esporte paraolímpico como esporte de rendimento é bastante recente e uma das modalidades pouco divulgadas é a Esgrima em Cadeira de Rodas. Desta forma, esta pesquisa teve por objetivo analisar a intensidade do treinamento por meio do monitoramento das variáveis: pressão arterial (PA), frequência cardíaca (FC) e aferição de lactato (Lac) durante a fase de treinamento físico, combate e competição visando obter resultados no esporte em questão. Levando-se em conta a particularidade dos paratletas e os resultados de premiação obtidos no Campeonato Brasileiro de Esgrima em Cadeira de Rodas se pode concluir que a técnica empregada durante a competição tem um valor superior ao condicionamento e resistência física. No entanto, sugere-se que sejam desenvolvidos estudos futuros em prol do esporte adaptado, visando uma melhoria do mesmo.

**Palavras-chave:** Treinamento esportivo; esgrima em cadeira de rodas; alto rendimento.

### **ABSTRACT**

Paralympic sport as sport performance is fairly recent and a bit of methods is disclosed in Wheelchair Fencing, therefore, this study aimed to analyze the intensity of training by monitoring variables: blood pressure (BP), heart rate (HR) and measurement of lactate (Lac) during the physical training, combat and competition to obtain results in the sport in question. Taking into account the particularity of the para-athletes and the results obtained awards in the Brazilian Championship of Wheelchair Fencing is possible to conclude that the technique used during the competition has a higher value than the fitness and stamina. However, it is suggested that future studies are developed in favor of adapted sports, aiming at improving it.

**Keywords:** Sports training; wheelchair fencing; high yield.

1. Departamento de Educação Física. UTFPR, Curitiba/PR.

2. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica. UTFPR, Curitiba/PR.. E-mail: [jcbassan@gmail.com](mailto:jcbassan@gmail.com)

## INTRODUÇÃO

A afirmação do esporte paralímpico enquanto esporte de rendimento é bastante recente. Até pouco tempo, o paradesporto no Brasil e no mundo possuía um caráter acentuado de esporte social e de integração. Ainda que tivesse um viés competitivo, os campeonatos privilegiavam os demais aspectos do evento<sup>1</sup>.

Uma das modalidades pouco divulgada é a Esgrima em Cadeira de Rodas (ECCR), que segundo o Comitê Paralímpico Brasileiro (CPB), requer dos atletas capacidade de adaptação, velocidade, reflexos apurados, astúcia e paciência, onde só competem pessoas com deficiência locomotora, fatos estes que tornam fundamental, então, uma investigação mais profunda em relação aos benefícios e consequências para seus praticantes, especificamente o impacto das cargas empregadas durante o treinamento.

De acordo com Mattos et al.<sup>2</sup> a mensuração e identificação dos índices fisiológicos podem ser utilizadas para a predição das capacidades do indivíduo, possibilitando assim aplicações importantes dentro da área de avaliação e treinamento.

Sendo assim, este estudo buscou a investigação dos componentes fisiológicos, especificamente a intensidade das cargas impostas durante o treinamento, que influenciam paratletas de ECCR durante as fases de preparação e competição.

## MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa consistiu em um estudo de caso, descritivo e de delineamento transversal, aprovado pelo COEP- UTFPR, tendo como instituição proponente a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e versão CAAE: 03941212.2.0000.5547.

A pesquisa teve como número geral 4 paratletas da modalidade de ECCR de Alto Rendimento (Quadro 1) os quais tinham conhecimento dos procedimentos a serem utilizados e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

<b>Diagnóstico clínico</b>	<b>Tempo da lesão (anos)</b>	<b>Idade</b>	<b>Gênero</b>	<b>Tempo de treinamento na modalidade</b>
Amputação transfemural e lesão plexo braquial esquerda.	4	28	Masculino	2 anos
Paraplegia adquirida, (lesão medular altura entre L1 e L2 – parcial).	13	38	Masculino	2 anos
Hemiplegia esquerda causada por traumatismo crânio-encefálico (TCE).	12	35	Feminino	6 anos
Paraplegia, lesão T3.	8	30	Masculino	5 anos

**Quadro 1.** Descrição dos participantes do estudo.

As coletas foram realizadas no local da prática esportiva, ou seja, academia Mestre Kato em Curitiba durante a fase de treinamento físico e combate. Já a coleta em competição foi realizada na cidade de Porto Alegre, no Rio Grande do Sul, durante o Campeonato Brasileiro de Esgrima em Cadeira de Rodas.

Para a realização da pesquisa utilizou-se o Lactímetro Accutrend Roche®, fitas de coletas para lactato (Lac), monitor de pressão arterial e frequência cardíaca automático de braço da marca Omron – modelo Hem 742 INT, o qual é clinicamente validado pela AAMI (Associação Americana de Avanço de Instrumentos Médicos) e pela ESH (Sociedade Europeia de Hipertensão).

A coleta sanguínea, para aferição do Lac foi realizada em torno de 30 dias antes da competição e posteriormente no dia do Campeonato Brasileiro de Esgrima em Cadeira de Rodas, sendo os procedimentos realizados pela mesma pessoa, não tendo então diferença de protocolo.

Já a aferição da pressão arterial (PA) e frequência cardíaca (FC) foram realizadas durante a fase repouso e após a realização das atividades durante o treino físico, combate e competição.

O tratamento de dados foi feito através da análise das variáveis coletadas durante o treinamento físico e o combate comparando com a coleta do dia da competição. Os resultados foram descritos e transcritos em gráficos, onde se utilizou o programa Excel 2010 para desenvolvimento dos mesmos.

## RESULTADOS

O primeiro indivíduo avaliado é atleta de esgrima e natação, 28 anos com amputação transfemural e lesão plexo braquial esquerda, causada por trauma, caminha com auxílio de prótese. Ranqueado em 3º lugar na Espada classe A, 3º lugar no Florete, também classe A e 2º lugar por equipe no Campeonato Brasileiro de ECDR – 2012 (Porto Alegre – RS). É o 5º colocado nas duas categorias do *Ranking Brasileiro de Esgrima em Cadeira de rodas – CPB*.

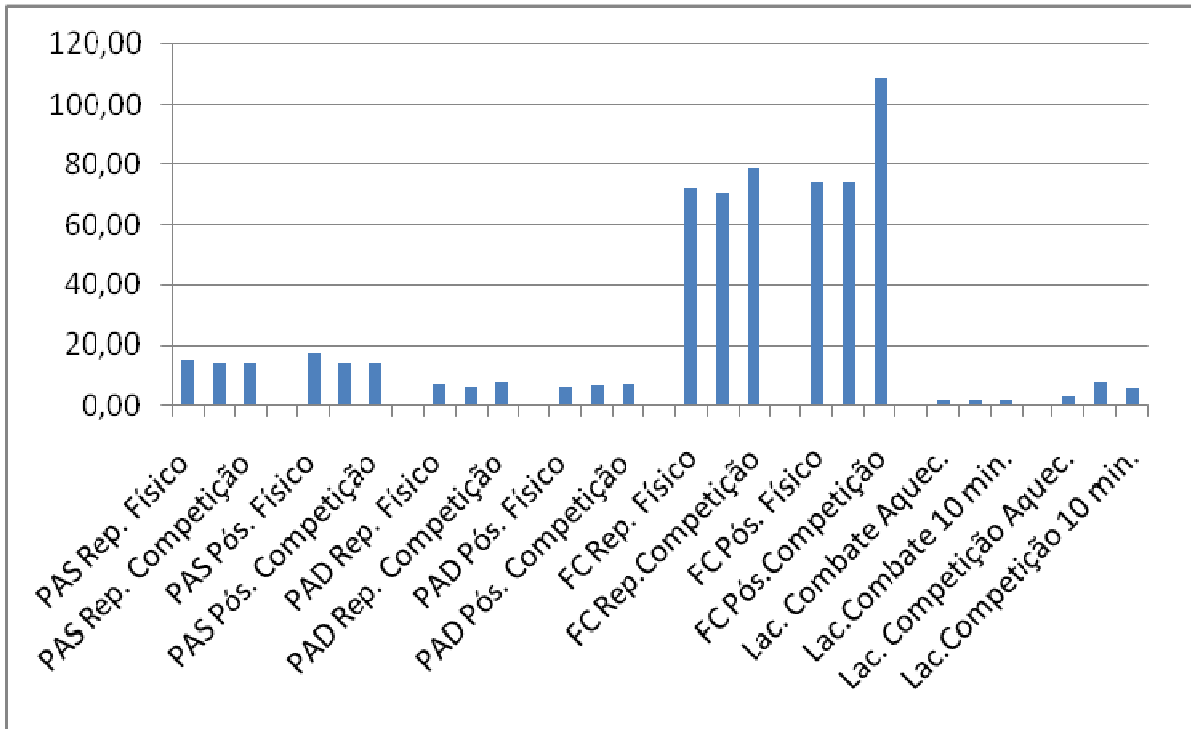
De acordo com as coletas realizadas durante o treinamento físico (1) o atleta apresentou a PA de repouso elevada, registrando assim 15,8 x 7,7 mmHg. Após a realização do treino físico a pressão teve uma elevação de 1,9 mmHg na pressão arterial sistólica (PAS) e uma queda de 1,4 mmHg na pressão arterial diastólica (PAD), ficando em 17,7 x 6,3 mmHg após a realização das atividades.

Posteriormente, de acordo com as coletas realizadas no combate, cuja atividade é a mais próxima da competição, o atleta também apresentou um valor elevado da PA em repouso, sendo esta 14,5 x 6,2 mmHg. Após a atividade houve uma oscilação de 1,1 mmHg para a PAS e 1 mmHg para a PAD, sendo registrado então 14,4 x 7,2 mmHg após a atividade.

E por último, finalizando as coletas, os valores apresentados na competição, assim como as demais também foram elevados, sendo registrado 14,3 x 8,0 mmHg na fase repouso oscilando em 1 mmHg para PAS e 0,4 mmHg para PAD após a competição, onde os valores apresentados foram 14,2 x 7,6 mmHg.

A FC do atleta (1) durante o treino físico oscilou de 72 batimentos por minutos (bpm) em repouso a até 74 após a atividade, tendo uma diferença de apenas 2 bpm; durante o combate variou de 70 bpm em repouso para 74 após o combate, oscilando 4 bpm e por fim, oscilou de 79 bpm em repouso até 109 após a competição.

Referente aos índices de Lac, os resultados apresentados (1) consistiram em 1,9 mmol/L após o aquecimento, chegando a 2,1 mmol/L cinco minutos após a realização do combate e 2,4 mmol/L dez minutos após a finalização da atividade em questão. No dia da competição os resultados foram 3,3 mmol/L após o aquecimento, atingindo 8,0 mmol/L cinco minutos após a atividade e 6,0 mmol/L dez minutos após o combate.



**Figura 1.** Índices de Lactato do atleta com amputação transfemural e lesão plexo braquial esquerda.

### Variáveis Fisiológicas do atleta com paraplegia adquirida

O segundo indivíduo avaliado é atleta de esgrima e voleibol, 38 anos com paraplegia adquirida (LM entre L1 e L2 – parcial) caminha com auxílio de muleta. Ranqueando em 3º lugar na Espada classe Masculina A; e 2º lugar por equipe no Campeonato Brasileiro de ECDR – 2012 (Porto Alegre – RS). É o 2º lugar no florete masculino classe A e 1º lugar na espada, mesma categoriada Ranking Brasileiro de Esgrima em Cadeira de rodas – CPB.

Segundo as coletas (2) realizadas durante o treinamento físico a PA do atleta estava em nível elevado, registrando 14,2 x 8,9 mmHg na fase repouso e tendo um decréscimo, após a prática de atividade física, chegando então a 13,7x9,0 mmHg .

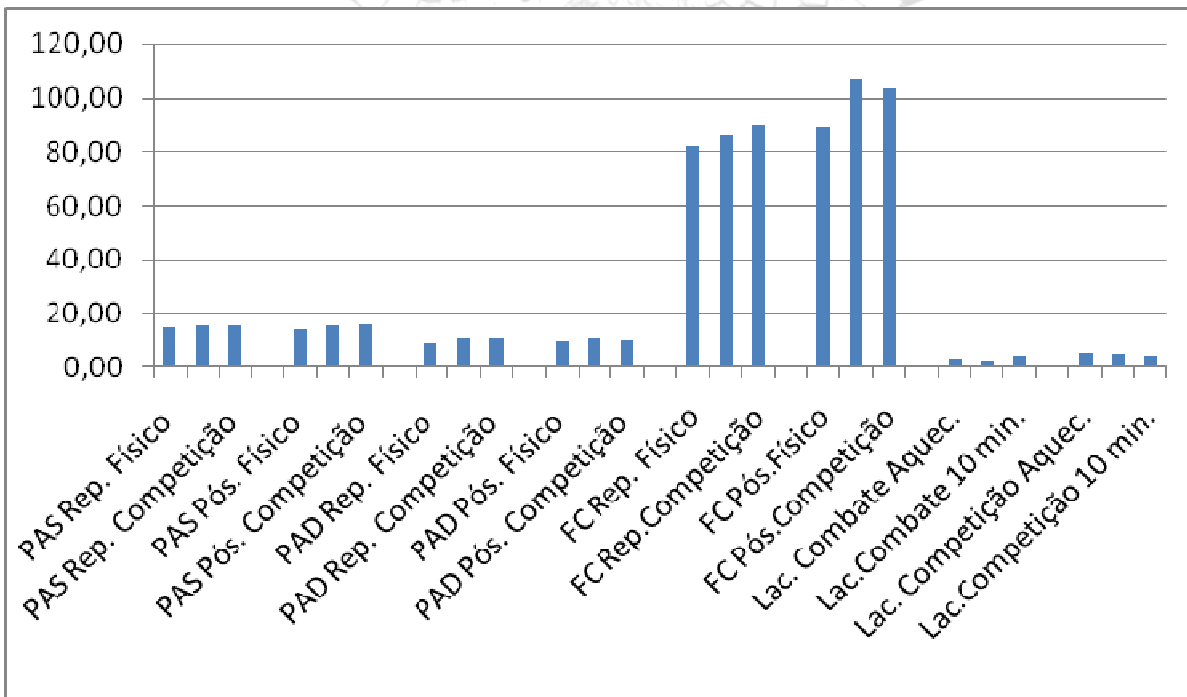
Posteriormente, de acordo com as coletas realizadas no combate cuja atividade é o mais próximo da competição, o atleta apresentou um valor elevado da PA na fase repouso, atingindo um valor de 15,1 x 10,1 mmHg não sendo recomendado prática de atividade física com os valores apresentados. Após a realização do combate a pressão manteve-se praticamente no mesmo nível de

repouso, registrando 15,2 x 10,6 mmHg.

Já os valores apresentados na competição também foram elevados, registrando 15,1 x 10,5 mmHg na fase repouso e 15,6 x 10,0 mmHg após a competição.

A FC do atleta (2) durante o treino físico variou de 82 bpm em repouso para 89 bpm, tendo uma elevação de 7 bpm após a atividade; durante o combate variou de 86 bpm em repouso a até 107 bpm após o combate, com elevação de 21 bpm e por fim, oscilou de 90 bpm em repouso a até 103 bpm após a competição, alcançando uma elevação de 13 bpm.

Os valores de Lac (2) registrados durante o combate, um mês antes do Campeonato Brasileiro de ECDR, consistiram em 2,9 mmol/L após o aquecimento, chegando a 2,3 mmol/L cinco minutos após a realização do combate e 4,3 mmol/L dez minutos após a finalização da atividade em questão. No dia da competição os resultados foram 5,1 mmol/L após o aquecimento, atingindo 4,7 mmol/L cinco minutos após a atividade e 4,3 mmol/L dez minutos após o combate.



**Figura 2.** Índices de lactato do atleta com paraplegia adquirida.

### **Variáveis Fisiológicas do atleta com paraplegia, lesão T3**

O terceiro indivíduo avaliado é atleta de esgrima, 30 anos com paraplegia, lesão T3, cadeirante. Ranqueando em 2º lugar na Espada, classe masculina B e 5º lugar Florete da mesma classe no Campeonato Brasileiro de ECDR – 2012 (Porto Alegre – RS). É o 5º lugar no florete masculino classe B e 2º lugar na espada, mesma classe no Ranking Brasileiro de Esgrima em Cadeira de rodas – CPB.

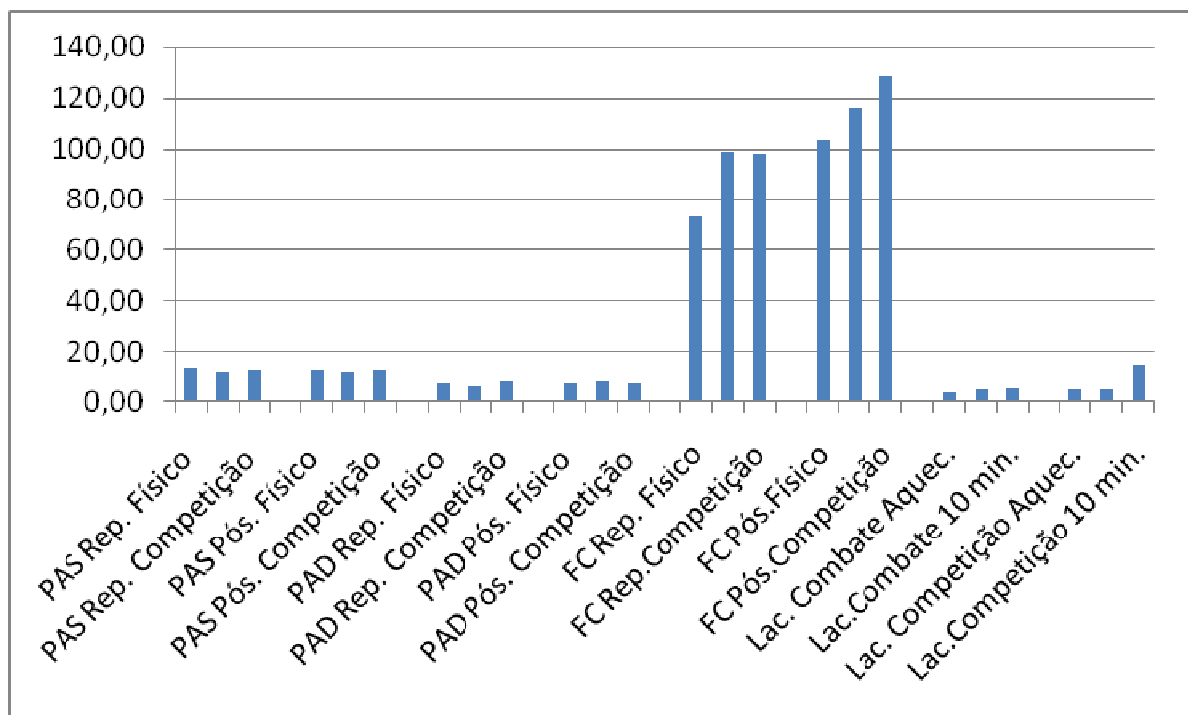
De acordo com as coletas (3) realizadas durante o treinamento físico a pressão arterial do atleta oscilou de 12,9 x 7,3 mmHg na fase repouso e 12,6 x 7,4 mmHg após a realização das atividades, permanecendo em níveis normais.

Posteriormente, de acordo com as coletas realizadas no combate cuja atividade é o mais próximo da competição, o atleta apresentou pressão de 12,1 x 6,5 mmHg na fase repouso e 12,0 x 8,0 mmHg após a atividade, tendo um aumento de 1,5 mmHg na PAD. E por último, finalizando as coletas os valores apresentados na competição foram 12,7 x 7,9 mmHg na fase repouso e 12,8 x 7,4 mmHg após a mesma, tendo assim, um decréscimo de 0,5 mmHg na PAD, após a competição.

A FC do atleta (3) durante o treino físico variou de 73 bpm em repouso a até 104 após a atividade; durante o combate variou de 99 bpm em repouso a até 116 após o combate, e por fim, oscilou de 99 bpm em repouso a até 110 após a competição.

Os valores de Lac (3) registrados durante o combate, um mês antes da competição principal, foram 3,7 mmol/L após o aquecimento, 5,1 mmol/L cinco minutos após a realização do mesmo e 5,8 mmol/L dez minutos após o término.

No dia da competição os resultados foram 4,9 mmol/L após o aquecimento, 4,7 mmol/L cinco minutos após a atividade e 14,8 mmol/L dez minutos após o combate, contudo devemos ter atenção a este dado ser extremamente atípico.



**Figura 3.** Índices de lactato do atleta com paraplegia, lesão T3.

### Variáveis Fisiológicas da atleta com hemiplegia

O quarto, e ultimo, indivíduo avaliado é atleta de esgrima, 35 anos com hemiplegia esquerda causada por traumatismo crânio-encefálico (TCE), caminha com auxílio de muleta. Ranqueando em 4º lugar na Espada classe feminina A e 4º lugar Florete da mesma classe no Campeonato Brasileiro de ECDR – 2012 (Porto Alegre – RS). É o 5º lugar no florete feminino classe A e 3º lugar na espada, mesma classe no Ranking Brasileiro de Esgrima em Cadeira de rodas – CPB.

Conforme as coletas realizadas (4) durante o treinamento físico a PA de repouso da atleta registrou 13,3 x 7,9 mmHg. Após a realização do treino físico houve uma elevação de 1,2 mmHg na PAS e um aumento de 1,4 mmHg na PAD, ficando em 14,5 x 9,3 mmHg.

Posteriormente, de acordo com as coletas realizadas no combate, cuja atividade é o mais próximo da competição, a atleta também apresentou um valor relativamente superior da PA em repouso, sendo esta 13,1x 8,6 mmHg. Após a atividade houve uma oscilação de 0,3 mmHg para a PAS e 0,3 mmHg para a PAD, sendo registrado então 13,4 x 8,3 mmHg após a atividade.

Finalizando as coletas, os valores apresentados na competição, foram

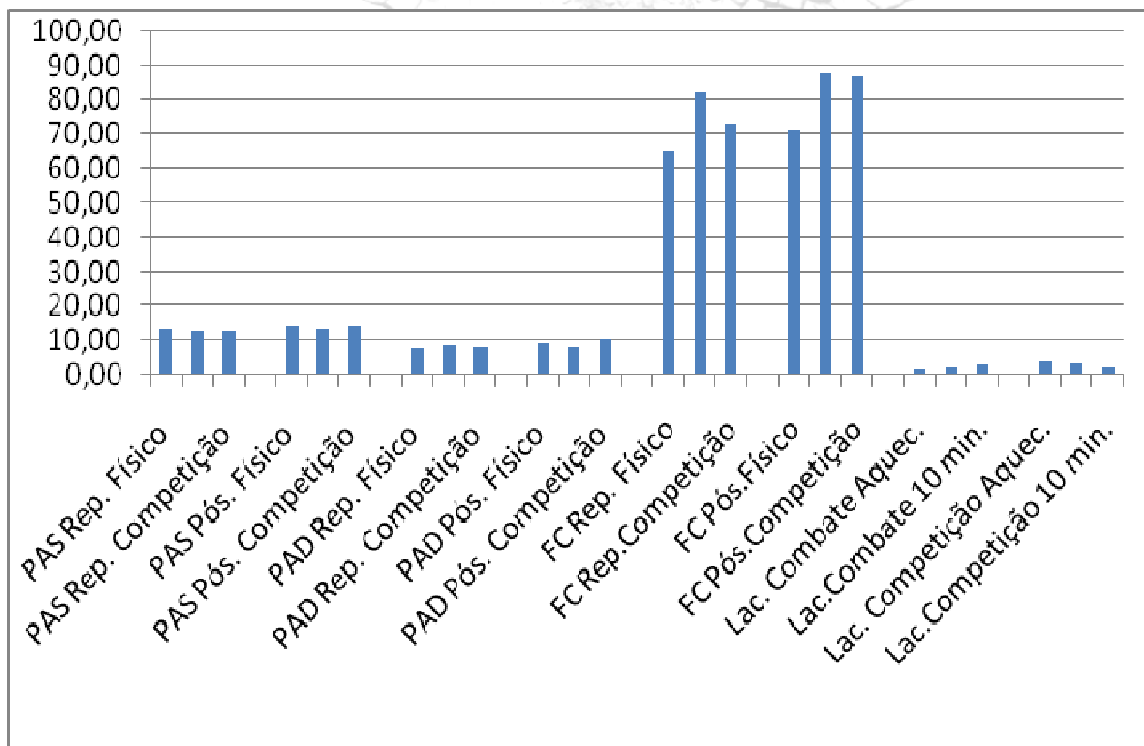


normais apenas na fase repouso, sendo registrado 12,8 x 8,3 mmHg oscilando em 1,6 mmHg para PAS e 2,3 mmHg para PAD após a competição, onde os valores apresentados foram mais elevados, sendo 14,4 x 10,6 mmHg.

A FC da atleta (4) durante o treino físico variou de 65 bpm em repouso a até 71 bpm, tendo uma diferença de 6 bpm após a atividade; durante o combate variou de 82 bpm em repouso para 88 após o combate, apresentando uma oscilação de até 6 bpm e por fim, a maior variabilidade foi registrada na competição onde a FC oscilou de 73 bpm em repouso a até 87 bpm após a competição, tendo uma diferença de 14 bpm.

Os valores de Lac (4) registrados durante a fase de combate foram 1,8 mmol/L após o aquecimento, tendo uma elevação de 0,4 mmol/L após cinco minutos da realização do combate, sendo registrado então 2,2 mmol/L. Para finalizar, dez minutos após o combate foi registrado um valor de 2,9 mmol/L, onde houve uma elevação de 0,7 mmol/L na concentração de Lac.

No dia da competição os resultados foram 4,0 mmol/L após o aquecimento, 3,5 mmol/L cinco minutos após a atividade e 2,6 mmol/L dez minutos após o combate.



**Figura 4.** Índices de lactato da atleta com hemiplegia.

## DISCUSSÃO

No trabalho desenvolvido por Bhambhani<sup>3</sup> foi levantado que atualmente se tem como limitação as pesquisas relativas aos exercícios e treinamento de amputados. E mesmo até a presente data, os efeitos do treinamento físico em atletas com amputação não foram completamente relatados.

McPhan<sup>4</sup> justifica que o empenho e o esforço necessário para alcançar um nível alto de competitividade também é difícil para atletas amputados. O atleta pode enfrentar contratempos durante a sua formação e, como resultado precisa estar preparado para modificar suas perspectivas, objetivos e expectativas de desempenho.

No que se refere a PA do primeiro atleta, segundo Passaro<sup>5</sup> em esforços leves e moderados a PAS atinge estado de equilíbrio após alguns minutos de atividade, assim como em esforços mais intensos ela aumentará até o final do exercício.

Assim, pode-se dizer que os valores referentes à PAS apresentados pelo atleta, embora elevados, estão de acordo com Passaro<sup>5</sup>, uma vez que a PAS permaneceu em equilíbrio durante as fases de combate e competição, aumentando apenas em função do treino físico, onde a taxa de trabalho é maior, comparada com as outras duas fases.

Embora o combate e a competição sejam atividades semelhantes, os valores apresentaram discrepâncias entre eles; houve um leve aumento de 6,2 mmHg para 7,2 mmHg da PAD, durante o combate e uma leve queda durante a fase competição, que variou de 8,0 mmHg para até 7,6 mmHg, o que pode ser justificado por Siqueira e Kemper<sup>6</sup>, que afirma que PAD permanece relativamente igual ou aumenta apenas levemente em proporção ao consumo de oxigênio, ao débito cardíaco e a progressão do exercício.

Em um estudo realizado por Mazilão e Nascimento<sup>7</sup> com objetivo de quantificar o gasto energético, pelo VO<sub>2</sub> e a economia de movimento, analisando também a resposta cardiovascular, por meio da mensuração dos comportamentos da PA e da FC, em 10 indivíduos com amputações traumáticas transfemorais, e comparado com indivíduos não amputados durante a marcha em três velocidades distintas, a média pressão arterial diastólica (PAD) em repouso, observada foi de

84,6 mmHg ( $\pm 6,86$ ) no grupo de indivíduos amputados, variando de 70 a 90 mmHg; já a média da pressão arterial sistólica (PAS) em repouso observada foi de 126,4 mmHg ( $\pm 5,31$ ) no grupo dos indivíduos amputados, variando de 120 a 136 mmHg.

Se compararmos com os indivíduos do estudo acima citado, os valores referentes à PAD, em repouso, estão parcialmente de acordo com o estudo, uma vez que o menor valor registrado pelo atleta foi 6,2 oscilando até 8,0 mmHg; diferente dos valores de PAS do atleta que apresentou valores mais elevados, em torno de 14,2 mmHg a até 17,7mmHg.

No que se refere à FC, de acordo com Wilmore e Costill<sup>8</sup> a FC aumenta em proporção direta a intensidade do exercício realizado, sendo assim os valores obtidos pelo atleta em todas as etapas da pesquisa estão em comum concordância com os autores.

Porém a FC de repouso não está de acordo com o estudo realizado por Mazilão e Nascimento<sup>7</sup>, citado acima, onde os resultados da FC em repouso apresentaram uma média de 92,10 bpm ( $\pm 4,72$ ), variando de 81 a 98 bpm, uma vez que a FC do atleta oscilou em níveis mais baixos sendo de 70 a 79.

As autoras concluem o estudo afirmando que indivíduos com amputação transfemoral unilateral traumática apresentam um maior gasto energético pelo maior consumo de oxigênio e calorias consumidas por metro percorrido, possuindo então uma pior economia de movimento e apresentam maior resposta cardiovascular somente na variável frequência cardíaca<sup>7</sup>.

Esta incoerência também pode ser explicada pelo achado de Chin et al.<sup>9</sup> os quais justificam que, quanto maior o nível de amputação, maior o consumo de demandas de energia. Portanto espera-se que os encargos do sistema cardiorrespiratório de amputados sejam consideravelmente elevados.

Devido à similaridade com o esporte de combate, se optou por fazer a comparação da ECDR com o Karate, pois de acordo com Nazareth<sup>10</sup>, a esgrima encontra-se entre os esportes de sistema energético anaeróbio. Porém devido à grande variação de esforços e eventuais repousos em proporções menores ocorre a utilização de outros sistemas como o anaeróbio láctico e o aeróbio, sendo também de caráter intermitente; assim como o Karate, que de acordo com Urbinati et al.<sup>11</sup> pode ser considerado como uma modalidade esportiva de caráter intermitente.

De acordo com Bassan<sup>12</sup> a competição de Karate consiste em repetições de

técnicas rápidas, em torno de 1 a 3 segundos, separadas por movimentos de baixa intensidade com duração de mais ou menos 18 segundos, sendo assim podemos dizer que são semelhantes aos movimentos da esgrima.

Quanto ao índice de Lac, os resultados obtidos pelo atleta estão parcialmente de acordo com o estudo de Bassan<sup>12</sup> cujo objetivo era analisar os parâmetros bioquímicos em atletas de Karate alto nível no *World Karate Championships* (2000) e compará-los com os de atletas praticantes de Karate de menor nível, onde os valores da concentração de Lac aumentaram acentuadamente a partir da fase de repouso até os 5 minutos após o exercício, ocorrendo uma ligeira diminuição em 10 minutos após o exercício.

No presente estudo tais oscilações só ocorreram durante a competição sendo registrados 3,3mmol/L durante o aquecimento, atingindo o pico de 8,0mmol/L após os 5 minutos e caindo para 6,0 nos 10 minutos após a realização da atividade.

Durante o combate, o valor registrado foi 1,9 mmol/L aumentando para 2,1 mmol/L durante os 5 minutos e aumentando, novamente, para 2,4 nos 10 minutos após o término da atividade, o que pode ser justificado por Urbinati<sup>11</sup> onde as altas concentrações de Lac pós-exercício estão relacionadas a baixos níveis de suplementação de energia anaeróbia ou então a uma remoção de Lac mais rápida, fatos estes que podem sustentar os resultados obtidos no estudo.

### **Variáveis Fisiológicas do atleta com paraplegia adquirida**

De acordo com Martel et al.<sup>13</sup>, a escassez de informações encontradas na literatura sobre a especificidade do exercício e testes com a população portadora de lesão medular mantém portas abertas neste campo de pesquisa.

São mantidos pontos de vista diferentes sobre que critérios são mais adequados para definir a intensidade do treinamento. Há um consenso geral de que o treinamento é um estímulo eficiente somente se a ação de alta intensidade for mantida por um longo período de tempo. Em nível teórico, uma boa intensidade de trabalho para a formação de resistência de saúde nesses indivíduos deve estar dentro do intervalo de "limiar aeróbio e anaeróbio", em que uma alta estimulação do metabolismo oxidativo nas células do músculo esquelético está presente, com pouca utilização sendo feita de mecanismos que levariam a produção de Lac<sup>14</sup>.

Conforme Martel et al.<sup>13</sup>, a perda de tônus simpático central abaixo do nível da lesão inibe a vasoconstrição nos tecidos inativo, diminuindo a pressão arterial média e causando um acúmulo de sangue nos membros inferiores. Sendo assim, o retorno venoso é diminuído, o que leva a um menor volume diastólico e sistólico final; porém os resultados obtidos pelo atleta não estão de acordo com os esses relatos, uma vez que apresentou valores elevados na PA.

Wilmore e Costill<sup>8</sup> comentam que a PAS tende a aumentar conforme a taxa de trabalho, o que não foi registrado pelo atleta em nenhuma das fases, uma vez que ele praticamente manteve os valores de repouso após a realização da atividade; já a PAD geralmente é pouco alterada durante o exercício, relatos estes que corroboram com o resultado obtido pelo atleta.

Referente à FC pode-se dizer que os resultados apresentados pelo atleta estão de acordo com Jacobs e Nash<sup>15</sup>, ao afirmar que pessoas com paraplegia também apresentam a capacidade de exercício reduzida e FC elevada (em comparação com pessoas não deficientes), e foram associadas com as limitações do aparelho circulatório dentro dos tecidos paralisados, uma vez que o menor valor de FC registrado pelo atleta foi de 82 bpm na fase repouso.

Esses resultados podem ser explicados por Martel et al.<sup>13</sup> que justificam que o componente estático no arranque do braço durante o exercício em cadeira de rodas pode ter também um efeito adverso sobre a hemodinâmica cardíaca no aumento da pós-carga. Assim, podemos supor que um débito cardíaco adequado não pode ser sustentado sem um aumento compensatório da FC.

Martel et al.<sup>13</sup> acreditam que o comprometimento dos indivíduos paraplégicos pode ter sido devido a um ou mais dos seguintes fatores: o recrutamento de menor massa muscular, perda do tônus simpático, diminuição da taxa cardíaca máxima e, especialmente após o repouso, volume sanguíneo diminuído.

No que se refere ao Lac, durante a fase combate os resultados obtidos pelo atleta também não estão de acordo com o achado de Bassan<sup>12</sup>, uma vez que o valor registrado pelo atleta em repouso 2.9mmol/L foi maior que a coleta realizada 5 minutos após a realização da atividade, sendo registrados 2.3mmol/L; já o pico foi atingido na coleta de 10 minutos após a atividade com o valor de 4.3mmol/L.

Observando os resultados obtidos na competição pode-se dizer que o atleta atingiu o pico de Lac na fase de aquecimento, tendo um decréscimo após 5 minutos

do término da atividade e decaindo mais ainda na coleta de 10 minutos após a realização da atividade, sendo assim pode se dizer esses valores estão de acordo com o achado de Bertuzzi et al.<sup>16</sup>, que relata que a maior parte do Lac produzido durante e após o exercício físico é removido pela sua oxidação no músculo que o produziu.

### **Variáveis Fisiológicas do atleta com paraplegia, lesão T3**

Atletas com LM possuem alterações cardiorrespiratórias, metabólicas, neuromusculares e no sistema de termorregulação que reduzem a sua capacidade total fisiológica em contraste com atletas de outras deficiências, como os amputados que não enfrentam tais limitações<sup>3</sup>.

Em conformidade com Jacobs e Nash<sup>15</sup> as respostas agudas de exercício e condicionamento físico estão diretamente relacionadas com o nível e completude da lesão espinal. Testes adequados de exercício e treinamento de pessoas com lesão medular devem basear-se na capacidade de se exercitar do indivíduo, assim como o exercício deve ser determinado por avaliação exata da lesão medular.

Segundo Bizzarin et al.<sup>17</sup>, recomendações específicas sobre o tipo, intensidade e frequência do programa de treinamento não foram estabelecidas, havendo uma discrepância entre os diversos programas de treinamento propostos para pessoas com lesão medular.

Para Bhambhani<sup>3</sup> vários estudos têm avaliado a aptidão anaeróbia e aeróbia em indivíduos com lesão medular, porém não há informações consideráveis que estejam disponíveis em atletas de cadeira de rodas, uma vez que estes estudos possuem várias limitações.

O mesmo autor<sup>3</sup> justifica que a maioria dos estudos possui uma amostra pequena, dentro de uma classificação de deficiência também pequena, o que limita as generalizações que podem ser feitas sobre os resultados; em vários estudos as estatísticas descritivas sobre indivíduos de diferentes classes são agrupados o que torna difícil avaliar os resultados; as variações no grau de lesão da medula espinal têm um impacto significativo sobre as respostas fisiológicas, podendo confundir os resultados; as diferenças nos testes e comparações entre os protocolos de estudos são mais difíceis; e por último, a maioria dos estudos foi realizada em homens com

um banco de dados limitado disponível em mulheres.

De acordo com Glen et al.<sup>18</sup>, o melhor padrão de a atividade é do tipo intervalado, onde cada trabalho é seguido por um curto período de repouso, durante os quais os metabólitos anaeróbicos nos músculos trabalhados podem ser oxidados. Alguns esportes de cadeira de rodas, como basquete, fornecem este padrão de movimento. A intensidade do estímulo cardiovascular pode ser ajustada através do controle e duração da atividade e as fases de recuperação.

Referente à PA, para Jacobs e Nash<sup>15</sup> sobreviventes de paraplegia, em longo prazo, são normotensos e têm massa ventricular esquerda e débito cardíaco normal em repouso, porém em algumas experiências é constatado um débito cardíaco em repouso composto de elevação da frequência cardíaca (FC) e diminuição do volume sistólico.

A diminuição do volume sistólico em repouso pode ser atribuída devido à redução do retorno venoso das extremidades inferiores ou imóveis ou até mesmo devido à insuficiência dos membros paralisados<sup>15</sup>.

Sendo assim, o atleta apresentou PAS estável em todas as fases das coletas, tendo alterações apenas na PAD que teve um leve aumento durante o combate passando de 6,5 mmHg para 8,0 mmHg, o que pode ser explicado por Passaro<sup>5</sup> que justifica que há uma elevação da PAS nos exercícios isométricos ou estáticos, onde a contração muscular é mantida fazendo com que a resposta de dilatação das arteríolas no interior do músculo seja impedida pela compressão mecânica dos vasos no interior do músculo, que permanecerá em contração elevando assim a PAD.

Referente à FC, os resultados obtidos pelo atleta parcialmente de acordo com os relatos de Jacob e Nash<sup>15</sup> que afirmam que indivíduos com lesões na coluna vertebral completa ou acima do quarto nível torácico geralmente possuem aceleração cardíaca menor, com FC máxima inferior a 130 bpm, uma vez que o atleta obteve uma aceleração cardíaca relativamente grande variando em até 31 bpm contrapondo o estudo; porém em nenhuma fase apresentou FC superior a 129 bpm, indo de encontro aos relatos dos mesmos autores.

Segundo Glen et al.<sup>18</sup> durante um pequeno período de altas produções de energia, a frequência cardíaca de indivíduos em cadeiras de rodas raramente excede o limite necessário para estimular o efeito aeróbico do treinamento.

Glen et al.<sup>18</sup> ainda afirma que os resultados dos testes submáximos são difíceis de interpretar em indivíduos com deficiência de membros inferiores, pois tanto o ergômetro quanto a cadeira de rodas requerem o uso de grupos de musculares relativamente pequenos. Em consequência, o ritmo cardíaco pode ser elevado para um determinado produto de trabalho numa carga submáxima.

Para Bhambhani<sup>3</sup> a especificidade e o nível e da lesão desempenham um papel importante nas respostas fisiológicas durante o exercício. Lesões incompletas podem permitir que o indivíduo alcance uma taxa cardíaca mais elevada devido ao recrutamento de maior massa muscular, resultando assim em maiores valores de pico do VO<sub>2</sub> causadas por maiores contribuições centrais e periféricas.

Muitas pessoas com deficiência dos membros inferiores, com lesões de alto nível, muitas vezes são restritas por distúrbios fisiológicos, incluindo redução da frequência cardíaca máxima e do volume sistólico; uma razão para a última é a perda de regulação vasomotora abaixo do nível da lesão, essa perda de retorno venoso restringe o volume de sangue central e assim, leva a redução do desempenho cardíaco<sup>18</sup>.

No que se refere ao Lac, os índices aumentam significativamente durante os primeiros estágios de exercício e tendem a diminuir nos últimos estágios da sessão de exercícios. Isto provavelmente é causado por um aumento na utilização de Lac por outros tecidos durante o exercício. O padrão geral de utilização do substrato durante o exercício prolongado em pessoas com lesão medular é consistente com o observado em indivíduos sãos<sup>3</sup>.

Sendo assim os valores registrados pelo atleta em ambas as coletas não estão de acordo com a literatura, uma vez que os valores em sua maioria tiveram um aumento linear, passando de 3,7mmol/L no aquecimento, para 5,1 depois de 5 minutos do término da atividade, atingindo então o pico com 5,8mmol/L após os 10 minutos finais.

O aumento linear também ocorre durante a competição onde na fase aquecimento o valor registrado foi 4,9 mmol/L passando para 4,7 mmol/L após os 5 minutos e finalizando em 14,8 mmol/L após 10 minutos do término da atividade.

Portanto, essa alteração aumento dos índices de Lac pode sugerir que este metabólito estava em produção durante todas as fases da coleta, tanto no combate como na competição, atingindo o pico 10 minutos após a realização da atividade.



De acordo com Bhambhani<sup>3</sup> o pico de Lac sanguíneo, um índice do metabolismo anaeróbio, é semelhante em indivíduos sãos e naqueles com paraplegia durante exercício de braço em ergômetro. No entanto, os valores significativamente mais elevados têm sido relatados em indivíduos com paraplegia comparado com tetraplegia, isso provavelmente devido à diferença na massa muscular ativa disponível para exercício e respostas das catecolaminas entre os dois grupos.

### **Variáveis Fisiológicas da atleta com hemiplegia**

De acordo com Wilmore e Costill<sup>8</sup> a PAS tende a aumentar, conforme a taxa de trabalho, o que foi registrado pela atleta durante o treinamento físico onde a PAS variou de 13,3 mmHg para 14,5 mmHg e durante a competição variou de 12,8 mmHg para 14,4 mmHg; sendo que durante o combate ela permaneceu praticamente estável registrando 13,1 mmHg no repouso e 13,4mmHg após a realização da atividade.

Já a PAD geralmente é pouco alterada durante o exercício, relatos estes que não corroboram com o valor obtido pela atleta, uma vez que durante o treinamento físico a PAD variou de 7,9 mmHg para 9,3 mmHg, essa elevação também ocorreu na competição, onde variou de 8,3 para 10,6 após a realização da atividade.

Referente à FC, Silva et al.<sup>19</sup>, alega que dados na literatura que abordem as alterações induzidas pelo exercício físico desenvolvidos em grupo com indivíduos hemiplégicos crônicos sobre o “sistema cardiovascular” são escassos.

De acordo com Wilmore e Costill<sup>8</sup> a FC aumenta em proporção direta a intensidade do exercício realizado, sendo assim os valores obtidos pela atleta em todas as etapas da pesquisa estão em comum concordância com os autores.

Como é possível notar, a FC da atleta teve um aumento progressivo em todas as etapas das coletas. Isto pode ser justificado por Almeida e Araujo<sup>20</sup> que relatam que nos primeiros segundos de exercício a FC tende a aumentar por inibição da atividade vagal, que aumenta a contratilidade dos átrios e eleva a velocidade de condução da onda de despolarização dos ventrículos, independentemente do nível de intensidade do esforço realizado e do nível de condicionamento aeróbico de indivíduos saudáveis.

Para Vanderlei et al.<sup>21</sup> uma alta variabilidade da FC é sinônimo de boa adaptação, caracterizando um indivíduo saudável que possui mecanismos autonômicos eficientes, enquanto que o contrário, ou seja, baixa variabilidade indica uma adaptação anormal e insuficiente do SNA, resultando então um funcionamento fisiológico no indivíduo.

Em um estudo realizado com 23 hemiplégicos por Silva et al.<sup>19</sup> cujo objetivo era analisar o comportamento do sistema cardiovascular de pacientes hemiplégicos crônicos advindos de acidente vascular cerebral (AVC), durante a realização de exercícios físicos em grupo, e relacionar esse comportamento com a intensidade com que são executados, resultou em modificações significativas nos valores de pressão arterial sistólica, FC e na modulação autônoma sobre o coração. As modificações observadas por esses parâmetros estão, em parte, relacionadas com a intensidade do esforço físico realizado, que foi de baixa intensidade. Concluindo então, que as atividades realizadas, apesar da baixa intensidade, produzem modificações significativas do “sistema cardiovascular” em hemiplégicos crônicos.

Se compararmos os valores apresentados pela atleta com o estudo de Silva et al.<sup>19</sup> pode-se dizer que os valores registrados em relação a PA estão de acordo com o estudo uma vez que houve oscilações na PAS, no entanto o mesmo não ocorreu referente à FC.

Referente ao Lac os valores apresentados pela atleta também não estão de acordo com os achados Bassan<sup>12</sup>, assim como também não está de acordo com Bhambhani<sup>3</sup> o qual também relata que o nível de Lac tende a aumentar durante os primeiros estágios de exercício e tendem a diminuir nos últimos estágios da sessão de exercício.

Os valores registrados no aquecimento foram 1,8mm/L aumentando para 2,2 mm/L após os 5 minutos finais a atividade e subindo ainda mais para 2,9 mm/L após os 10 minutos, sendo assim se pode dizer que o Lac estava em reperfusão ou a própria posição do atleta não permita uma recuperação ativa que faria um aclaramento deste metabolito.

Já durante a competição, o pico foi atingido no aquecimento, registrando 4,0 mmHg, tendo uma queda após os cinco minutos finais, registrando 3,5 mm/L e tendo mais uma queda nos 10 minutos finais atividade, registrando então 2,6 mm/L sendo assim, pode se dizer que possivelmente houve um aproveitamento do

substrato.

### **Considerações sobre o grupo**

Contraditoriamente, embora alguns resultados obtidos pelos atletas, não estejam de acordo com a literatura é possível justificar essa discrepância levando em conta possíveis fatores que possam ter influenciado os resultados.

Como sabemos as respostas agudas ao exercício dependem de diversos fatores, como por exemplo, a posição corporal, o estado clínico, a volemia e também as condições ambientais. Em exercícios com forte componente estático são difíceis de quantificar as respostas cardiovasculares, uma vez que o débito cardíaco sofre limitações em virtude da maior resistência periférica, devido à oclusão nos capilares teciduais, proporcionada pelos músculos ativos, prejudicando o fluxo sanguíneo do compartimento arterial para o venoso<sup>22</sup>.

Tratando-se do treino físico, cuja atividade variava de exercícios dinâmicos e isométricos, Mota et al.<sup>23</sup>, justificam que o exercício isométrico altera significativamente a FC e a PA sendo que essas alterações são dependentes da porcentagem de contração voluntária máxima além do tempo de contração e do grupo muscular envolvido.

Já os valores de FC podem ser justificados por Zuttin et al.,<sup>24</sup> o qual relata que a FC de repouso pode influenciada por diversos fatores, como as características genéticas, as antropométricas, idade, gênero, os fatores hormonais e emocionais, o nível de aptidão física, o estado de saúde, entre outros.

Ainda Mota et al.<sup>23</sup> o aumento da PAS e PAD pode ser resultado do aumento da pressão intratorácica, devido à contração muscular adicional dos músculos da expiração, em decorrência da manobra de Valsalva, que também pode ter sido realizada pelos paratletas em quaisquer circunstâncias.

Na ventilação normal, se houver fechamento da glote após inspiração profunda, com os músculos expiratórios contraindo - se em esforço máximo o incremento da pressão arterial é bem menor. Contudo, além do aumento exagerado da PA durante a manobra, a pressão intratorácica também tende a se elevar significativamente, reduzindo então o retorno venoso devido ao colapso provocado nas veias que perpassam o tórax<sup>22</sup>.

Já os eventos fisiológicos relacionados à diminuição dos valores de PAS e PAD, em repouso, em consequência da prática regular de atividade física aeróbia, não são sistematicamente elucidados, podendo em certos casos se apresentarem contraditórios. Uma vez que podem ser decorrentes principalmente de fatores hemodinâmicos, humorais e também neuro-hormonais<sup>25</sup>.

Filho e Camara<sup>25</sup> ainda justificam que o aumento da PAS durante o exercício é fundamental para a irrigação dos músculos ativos, uma vez o sangue, apesar de ser um tecido conjuntivo, possui característica líquida e se desloca em um circuito fechado, de um lugar onde a pressão é maior. Nesse caso o ventrículo esquerdo e a aorta, para um lugar de menor pressão, ou seja, as arteríolas e capilares.

Outra possível explicação seja a mudança postural, uma vez que três dos indivíduos que participaram do estudo fazem uso de muletas, sendo assim, ao sentar na cadeira de rodas há uma mudança de decúbito, sendo justificado por Franzini et al.<sup>26</sup> que alegam que mudanças posturais podem estar relacionadas alterações na PA e FC, uma vez que ocorre à ativação dos barorreceptores por meio do Sistema Nervoso Simpático e Parassimpático (SNS e SNP). O SNS aumenta então a FC, a PA, o volume sistólico e o débito cardíaco (DC) enquanto que o SNP age diminuindo essas variáveis.

O mesmo pode ser justificado por Leite et al.<sup>26</sup> que alega que durante a mudança postural ocorrem ajustes cardiovasculares rápidos para que o débito cardíaco seja mantido, uma vez que a força de gravidade age contrariamente ao retorno venoso, o que certamente provocaria uma redução do volume sistólico.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Atualmente há escassez na literatura sobre padrões fisiológicos para deficientes físicos, assim como também é difícil encontrar trabalhos referentes a treinamento esportivos para a população em questão.

Uma limitação do estudo foi um “N” pequeno, que não expressa as características de todos os paratletas de ECDR, assim como também vale lembrar que a modalidade abrange paratletas de diferentes lesões, não necessariamente apenas cadeirantes, e também não houve distinção entre os gêneros.

Com base na análise dos dados coletados na ECDR, estas variáveis

fisiológicas não refletem o cenário que compõe a literatura atual, como por exemplo, o valor de pressão arterial dos praticantes, que se encontra elevada até mesmo durante a fase de repouso, o que pode ser decorrente de atividades cotidianas ou mesmo devido à marcha ou deslocamento.

Nesta esteira, levando em conta a particularidade dos paraatletas, e os resultados de premiação obtidos no Campeonato Brasileiro de Esgrima em Cadeira de Rodas, é interessante refletir que a técnica empregada durante a competição tem um componente de valor superior ao condicionamento e a resistência física.

Desta forma, com o presente trabalho pode contribuir com o desenvolvimento de treinamentos específicos que possam elevar o aperfeiçoamento das características fisiológicas e metodológicas do esporte, aperfeiçoando as capacidades biomotoras específicas dos atletas.

Portanto, se sugere que sejam desenvolvidos estudos futuros em prol do esporte adaptado, desta maneira, contribuindo para evitar lesões, *overtraining* e aumentando a perspectiva de carreira esportiva na população de deficientes físicos.

## **REFERÊNCIAS**

1. Oliveira B, et. al. Fatores associados a excesso de peso e concentração de gordura abdominal em adultos na cidade de Salvador, Bahia, Brasil. *Cad Saúde Public* 2009; 25(3): 570-582.
1. Lima MHC. A Mídia e o Paradesporto: a percepção da deficiência visual pelos meios de comunicação. Tese de monografia. Rio de Janeiro: ECO/UFRJ, 2007.
2. Mattos PRO, Pinto KMC, Silva SF. Identificação do limiar anaeróbico e das variáveis de treinamento entre corredores e triatletas. *Jornal Brasileiro de Biomotricidade* 2010; 4(2):113-122.
3. Bhambhani Y. Overview of physical training in athletes with disabilities: focus on long term athlete development. Faculty of Rehabilitation Medicine University of Alberta, Canada, 2002.
4. Mcphan J. Preparing amputee athletes: the Australian approach. ISPO Australian National Member Society, Adelaide, Austrália, 2000.
5. Passaro LC. Resposta cardiovascular na prova de esforço: pressão arterial sistólica. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte* 1997; 3(1):6-10.
6. Siqueira L, Kemper C. Exercício físico e alterações da pressão arterial em idosas normotensas e hipertensas - estudo de caso. *Vivências* 2011; 7(13):128-134.
7. Mazilão JP, Nascimento MM. Economia de movimento, gasto energético e resposta cardiovascular na marcha de indivíduos com amputações transfemorais.

Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, 2009.

8. Wilmore JH, Costill DL. Fisiologia do Esporte e Exercício. 1ª ed. Barueri SP; Editora Manole, 2001.

9. Chin T, Sawamura S, Fujita H, Nakajima S, Ojima I, Oyabu H et al. Effect of endurance training program based on anaerobic threshold (AT) for lower limb amputees. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 2001; 38(1):2-6.

10. Nazareth VL. Esgrima em cadeira de Rodas. Pedagogia do ensino a partir das dimensões e contexto da modalidade. Tese de doutorado – Campinas, SP, 2009.

11. Urbinati KS, Ribas MR, Bassan JC. Potência e capacidade anaeróbia em atletas de karate. *Revista Uniandrade*, 2011; 12(1):67-78.

12. Bassan JC. Determinación de patrones bioquímicos en el deporte de combate de alto rendimiento. 2007. Tese (Doutorado em Ciências da Saúde e Esporte) Universidad Católica San Antonio, Murcia, Espanha, 2007.

13. Martel G, Noreau L, Jobin J. Physiological Responses to Maximal Exercise on Arm Cranking and Wheelchair Ergometer with Paraplegics. *International Medical Society of Paraplegia*, 1991.

14. Capodaglio P, Grilli C, Brazzini G. Tolerable exercise intensity in the early rehabilitation of paraplegic patients. A preliminary study. *Spinal Cord International Medical Society of Paraplegia* 1996; 34 (11):684-90.

15. Jacobs PL, Nash MS. Exercise Recommendations for Individuals with Spinal Cord Injury. *Review article. Sports Med* 2004; 34 (11): 727-751.

16. Bertuzzi RCM, Silva AEL, Abad CCC, Pires FO. Metabolismo do Lactato: uma revisão sobre a bioenergética e a fadiga muscular. *Artigo de revisão. Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano* 2009; 11(2): 226-234.

17. Bizzarini EB, Saccavini M, Lipanje F, Magrin P, Malisan C, Zampa A. Exercise Prescription in Subjects With Spinal Cord Injuries. *Arch Phys Med Rehabil* 2005; 86(6): 1170-75.

18. Glen MD, Peggy RK, Janice CK; Roy JS. Cardiorespiratory fitness and muscular strength of wheel chair users. *Review Article. Can Med Assoc J.* 1981;125(12): 1317–1323.

19. Silva VDR, Santana JE, Vanderlei LCM, Carvalho AC. Análise do comportamento de parâmetros cardiovasculares durante a realização de exercícios físicos em hemiplégicos crônicos. *Arquivo Ciências da Saúde*, 2006; 13(4): 181-185.

20. Almeida MB, Araujo CGS. Efeitos do treinamento aeróbico sobre a frequência cardíaca. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte* 2003; 9(2):104-112.

21. Vanderleir LCM, Pastre CM, Hoshi RA, Carvalho TD, Godoy MF. Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. *Ver Bras Cir Cardiovasc* 2009; 24(2): 205-217.

22. Polito MD, Farinatti MD. Respostas de frequência cardíaca, pressão arterial e duplo- produto ao exercício contra-resistência: uma revisão da literatura. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto* 2003; 3(1): 79–91.

23. Mota YL, Barreto SL, Bin PR, Simões HG, Campbell CSG. Respostas cardiovasculares durante a postura sentada da Reeducação Postural Global (RPG) Brasileira de Fisioterapia 2008; 12(3): 161-8.
24. Zuttin RS, Moreno MA, César MC, Martins LEB, Catai AM, Silva E. Avaliação da modulação autonômica da frequência cardíaca nas posturas supina e sentada de homens jovens sedentários. Revista Brasileira de Fisioterapia 2008; 12(1): 7-12.
25. Filho JBF, Câmara TO. Avaliação da pressão arterial, da frequência cardíaca e do duplo produto entre funcionários de setor operacional e setor executivo submetidos à atividade física aeróbia constante. [Monografia]. Universidade da Amazônia. Centro de Ciências Biológicas e da Saúde curso de Fisioterapia. Belém-PA, 2006.
26. Franzini RV, Albuquerque PS, Ferrari R, Duran M, Bahia T, Caromano FA. Avaliação da frequência cardíaca e da pressão arterial em solo e imersão em pacientes com distrofia muscular de duchenne. Cadernos de Pós-Graduação em Distúrbios do Desenvolvimento 2012; 12 (1): 108-117.
27. Leite ST, Martinelli FS, Madruga VA, Catai AM, Gallo JUNIOR L, Chacon-Mikahil MPT. Respostas cardiovasculares a mudança postural e capacidade aeróbia em homens e mulheres de meia-idade antes e após treinamento físico aeróbio. Revista Brasileira de Fisioterapia 2008; 12(5): 392-400.