

Universidade Federal de Juiz de Fora  
Pós-Graduação em Educação Física  
Mestrado em Educação Física

Antônio José Ferreira Júnior

**RECUPERAÇÃO AUTONÔMICA CARDÍACA DE JOGADORES DE FUTSAL**

JUIZ DE FORA, MG

2013

ANTÔNIO JOSÉ FERREIRA JÚNIOR

**RECUPERAÇÃO AUTONÔMICA CARDÍACA DE JOGADORES DE FUTSAL**

Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em Educação Física da Universidade Federal de Juiz de Fora em associação com a Universidade Federal de Viçosa, área de concentração: Movimento Humano, Saúde e Desempenho, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Roberto Perroux de Lima

JUIZ DE FORA  
2013

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de  
geração automática da Biblioteca Universitária da  
UFJF,  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Ferreira-Junior, Antônio José.  
RECUPERAÇÃO AUTONÔMICA CARDÍACA DE JOGADORES DE FUTSAL /  
Antônio José Ferreira-Junior. -- 2013.  
47 p. : il.

Orientador: Jorge Roberto Perrout de Lima  
Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de  
Juiz de Fora, Universidade Federal de Viçosa, Faculdade de  
Educação Física. Programa de Pós-Graduação em Educação Física, 2013.

1. Controle Autônomo. 2. Recuperação. 3. Treinamento  
Esportivo. 4. Esportes Coletivos. I. Perrout de Lima,  
Jorge Roberto, orient. II. Título.

ANTÔNIO JOSÉ FERREIRA JUNIOR

**RECUPERAÇÃO AUTONÔMICA CARDÍACA DE JOGADORES DE FUTSAL**

Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em Educação Física da Universidade Federal de Juiz de Fora em associação com a Universidade Federal de Viçosa, área de concentração: Movimento Humano, Saúde e Desempenho, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

**Aprovada em**

**BANCA EXAMINADORA**



---

Prof. Dr. Fernando Roberto de Oliveira  
Universidade Federal de Lavras

---

Prof. Dr. Maurício GattásBara Filho  
Universidade Federal de Juiz de Fora

---

Prof. Dr. Jorge Roberto Perrou de Lima - Orientador

Universidade Federal de Juiz de Fora

*Aos meus pais e irmãos, que sempre me apoiaram e me fortaleceram, dedico este trabalho.*

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, pela Luz e sabedoria em todos os momentos da vida.

Aos meus pais, Antônio José e Fátima Ferreira, pela dedicação que sempre tiveram em me educar e me ensinar sobre respeito, honestidade e companheirismo. Não posso esquecer-me de toda estrutura que eles ofereceram para meus estudos durante todos os dias de minha vida.

Aos meus irmãos, Camila, Paulo Henrique e Flaviane, que sempre compartilharam minhas felicidades e me deram tantas outras.

Aos meus sobrinhos, Antônio Henrique e Laura, por encantar todas as manhãs das minhas férias em casa e nas viagens em família.

Aos meus mestres da Universidade Federal de Lavras, em especial os professores Ms. Alessandro Teodoro Bruzzi, Ms. Marcelo de Castro Teixeira e Dr. Fernando Roberto de Oliveira que me acolheram e me deram toda a orientação necessária no início dessa jornada acadêmica.

Aos docentes da Universidade Federal de Juiz de Fora que me assistiram e me transmitiram ainda mais conhecimento, especialmente o Professor Dr. Jorge Roberto Perrout de Lima, que aceitou o desafio e tão bem soube me orientar.

Aos professores Dr. Maurício Gattas Bara Filho e Dr. Fernando Roberto de Oliveira que, de bom grado, aceitaram participar da minha banca.

Aos amigos da graduação, Patrícia Guimarães, Joilson Meneguci e ao amigo Gabriel Zanetti, por ter feito parte das minhas vivências acadêmicas e pela grande amizade.

Ao Phelipe Henrique Castro, amigo desde a graduação, e ao amigo recente Henrique Junqueira que conviveram comigo debaixo do mesmo teto, aqui em Juiz de Fora, e, por este motivo, me suportaram nesses últimos dois anos.

Aos amigos que fiz aqui, Ruan Nogueira, Francine Andrade, Victor Hugo Freitas, Leonardo Pertence, Edson Campana, Marcelle Ribeiro e ao amigo Tiago, pelo apoio fundamental que me deu nesta dissertação, a todos o meu muito obrigado.

Ao Bernardo Miloski, por possibilitar a coleta de dados em um clube da elite do futsal brasileiro, fortalecendo ainda mais os achados desta edição.

A Rafaela Villanova, por suas correções nas edições em inglês dos trabalhos realizados.

Por fim meus amigos de juventude, em Santana do Jacaré, Talita, Paulo Eduardo, Ana Luiza, Renan e Vinicius Freire, que há continuam presentes em minha vida, partilhando alegrias e tristezas.

A CAPES pela bolsa concedida neste último ano do programa.



“O único homem que nunca comete erros é aquele que nunca faz coisa alguma. Não tenha medo de errar, pois você aprenderá a não cometer duas vezes o mesmo erro.”

[\(Theodore Roosevelt\)](#)



## RESUMO

O futsal é um esporte intermitente com muitas substituições e pausas durante a partida, o que possibilita a recuperação de variáveis fisiológicas durante esses momentos, proporcionando ao jogador, assim, disputar a partida em alta intensidade. O processo de recuperação pós-exercício é mediado por uma complexidade de fenômenos fisiológicos. Devido à diversidade de fenômenos fisiológicos envolvidos na recuperação autonômica cardíaca, tais como, catecolaminas, concentração de lactato, pH, amônia, temperatura, volume plasmático, etc., esse parâmetro tem sido utilizado como um indicador de recuperação no âmbito desportivo. Sabe-se que fatores como aptidão aeróbia e treinamento influenciam na recuperação autonômica cardíaca. Na presente dissertação, focou-se no estudo da recuperação autonômica cardíaca de jogadores de futsal. No primeiro estudo, investigou-se a influência do lastro do treinamento de futsal na recuperação da modulação autonômica cardíaca. Participaram deste estudo jogadores de futsal e indivíduos ativos com praticamente o mesmo nível de aptidão física dos atletas, com  $VO_{2máx}$  de  $49,4 \pm 3,4$  e de  $50,1 \pm 5,8$  ml.kg.min<sup>-1</sup>, respectivamente. Avaliou-se a recuperação da modulação autonômica cardíaca nos cinco primeiros minutos de recuperação com a utilização do índice RMSSD30s normalizado, índice relacionado à atividade vagal. Observou-se que os jogadores de futsal apresentaram recuperação da modulação autonômica maior do que os indivíduos ativos a partir dos 90 s de recuperação ( $\ln RMSSD30s$   $0,84 \pm 0,43$  e  $0,64 \pm 0,17$  ms respectivamente). Neste estudo se observou, também, que os jogadores de futsal apresentaram reativação vagal, enquanto os indivíduos ativos apresentaram supressão vagal durante todos os cinco minutos da recuperação. Conclui-se que o treinamento do futsal, devido à dinâmica do jogo, aprimora a recuperação da modulação autonômica cardíaca. No segundo estudo, investigamos se o treinamento específico de curta duração, a pré-temporada, seria capaz de influenciar a recuperação autonômica cardíaca de jogadores de futsal. Foram avaliados nove jogadores de futsal, antes e após a pré-temporada de quatro semanas. Neste estudo, avaliamos a recuperação do tônus vagal, identificada pela frequência cardíaca de recuperação ( $FC_{rec}$ ) e da modulação autonômica cardíaca, identificada pela recuperação da variabilidade

da frequência cardíaca (recVFC). A  $FC_{rec}$  foi avaliada através dos valores absolutos de cada 30 segundos, enquanto que a recVFC foi avaliada pelo índice  $LnRMSSD_{2-5min}$ . Observou-se que, após a pré-temporada, os atletas diminuíram a  $FC_{máx}$  em 7 bpm, diferença que foi percebida em quase todos os cinco minutos da recuperação. Além disso, a recVFC melhorou após a pré-temporada o  $LnRMSSD_{2-5min}$  no início da pré-temporada era de  $1,00 \pm 0,45$  ms e passou para  $1,29 \pm 0,63$  ms ao final da pré-temporada. Concluiu-se que a pré-temporada de treinamento específico e de curta duração em jogadores de futsal melhorou a recuperação autonômica cardíaca.

Palavras-chave: Controle Autonômico; Recuperação; Treinamento Esportivo; Esportes Coletivos.

## ABSTRACT

Indoor soccer is an intermittent sport with many pauses and substitutions during the match, which allows the recovery of physiological parameters during these moments, providing the player, to play at high intensity. The recovery process after the exercise is mediated by complex physiological phenomena. Due to the diversity of physiological phenomena involved in the recovery cardiac autonomic such as catecholamines, lactate concentration, pH, ammonia, temperature, plasma volume, etc. This parameter has been used as an indicator of recovery in sports. It is known that factors such as aerobic fitness and training influence the cardiac autonomic recovery. This dissertation focused on the study of cardiac autonomic recovery of indoor soccer players. In the first study, we investigated the influence of the coverage indoor soccer training on the recovery of cardiac autonomic modulation. Participated for the study indoor soccer players and active individuals with similar fitness level of athletes with  $VO_{2max}$  of  $49.4 \pm 3.4$  and  $50.1 \pm 5.8$   $ml.kg.min^{-1}$ , respectively. We evaluated the recovery of cardiac autonomic modulation in the first five minutes of recovery using the index RMSSD30s normalized index related to vagal activity. It was observed that the soccer players showed recovery of autonomic modulation greater than active individuals from the 90 s recovery ( $LnRMSSD30s$   $0.84 \pm 0.43$  and  $0.64 \pm 0.17$  ms respectively). In this study it was also noted that the soccer players showed vagal reactivation, as the active subjects had vagal suppression during all five minutes of recovery. We conclude that the training of indoor soccer, due to the dynamics of the game, improves recovery of cardiac autonomic modulation. In the second study, we investigated whether the specific training of short duration, the preseason, could influence the recovery of cardiac autonomic of futsal players. We evaluated nine players of indoor soccer, before and after the preseason of four weeks. In this study, we evaluated the recovery of vagal tone, identified by recovery heart rate (HRrec) and cardiac autonomic modulation, identified by the recovery of heart rate variability (rechRV). The HRrec was evaluated by the absolute values of every 30 seconds, while rechRV was evaluated by the index  $LnRMSSD_{2-5min}$ . It was observed that after the preseason, athletes decreased in HRmax 7 bpm, difference has been seen in almost all five minutes of recovery. Moreover,

recHRV improved after the preseason  $\text{LnRMSSD}_{2-5\text{min}}$  early preseason was  $1.00 \pm 0.45$  ms and increased to  $1.29 \pm 0.63$  ms at the end of the preseason. It was concluded that specific and short-period preseason training in indoor soccer players improved cardiac autonomic recovery.

Keywords: Autonomic Control; Recovery, Sports Training; Team Sports.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Figura 1-</b> Dinâmica da recuperação do LnRMSSD30s de Jogadores de Futsal (JF) e indivíduos ativos (IA).....       | <b>28</b> |
| <b>Figura 2-</b> Valores absolutos da frequência cardíaca durante a recuperação antes e ao final da pré-temporada..... | <b>39</b> |
| <b>Figura 3-</b> Valores do LnRMSSD <sub>2-5min</sub> antes e ao final da pré-temporada.....                           | <b>40</b> |

## LISTA DE TABELAS

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Tabela 1-</b> Caracterização antropométrica e resultados do teste máximo.....   | <b>27</b> |
| <b>Tabela 2-</b> Semana típica do programa de treinamento na pré-temporada.....  | <b>34</b> |
| <b>Tabela 3-</b> Características dos sujeitos antes e ao final da pré-temporada<br>(média ±<br>DP).....                    | <b>37</b> |
| <b>Tabela 4-</b> Variabilidade da frequência cardíaca de repouso antes e ao final da<br>pré-temporada (média ±<br>SD)..... | <b>38</b> |



## SUMÁRIO

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | CONTEXTUALIZAÇÃO .....   | 18 |
| 2     | DESENVOLVIMENTO.....   | 23 |
| 2.1   | Estudo 1 - Recuperação da modulação vagal autonômica cardíaca de jogadores de futsal e de indivíduos ativos..... | 23 |
| 2.1.1 | Introdução .....   | 23 |
| 2.1.2 | Métodos .....  | 24 |
| 2.1.4 | Análise estatística.....   | 26 |
| 2.1.5 | Resultados.....  | 26 |
| 2.1.6 | Discussão .....  | 28 |
| 2.1.7 | Limitações.....  | 30 |
| 2.1.8 | Implicação Prática .....   | 30 |
| 2.1.9 | Conclusão.....   | 31 |
| 2.2   | Estudo 2 –Efeito da pré-temporada na melhora da recuperação autonômica cardíaca de jogadores de Futsal.....      | 32 |
| 2.2.1 | Introdução .....   | 32 |
| 2.2.2 | Métodos .....  | 33 |
| 2.2.3 | Análise Estatística .....  | 36 |
| 2.2.4 | Resultados.....  | 37 |
| 2.2.5 | Discussão .....  | 40 |
| 2.2.6 | Aplicações Práticas.....   | 43 |
| 3     | Considerações finais.....  | 44 |
|       | Referências .....  | 46 |

## 1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O Futsal é um esporte de características intermitentes, disputado em intensidades de esforço próximas à máxima (i.e. 85% - 92% da Frequência Cardíaca máxima) (BARBERO-ALVAREZ et al., 2008; RODRIGUES et al., 2011). Durante a partida, as ações são realizadas em três zonas de intensidade distintas: sendo 83% do tempo total em intensidade muito vigorosa, 16% em intensidade moderado e somente 0,3% em baixa intensidade (BARBERO-ALVAREZ et al., 2008). Além disso, os jogadores percorrem distâncias de 2500 a 4300 metros (DOGRAMACI; WATSFORD; MURPHY, 2011; SOARES, 2006). O número ilimitado de substituições e as pausas durante a partida (i.e. tempo técnico, saída de bola e intervalo entre os tempos) totalizam 45% do tempo total de jogo (RODRIGUES et al., 2011) e podem proporcionar tempo suficiente para recuperação após os períodos jogados em alta intensidade.

O processo de recuperação pós-exercício é mediado por uma complexidade de fenômenos fisiológicos (BUCHHEIT; LAURSEN; AHMAIDI, 2007; COOTE, 2010; IMAI et al., 1994). Devido à influência de diversos fenômenos fisiológicos envolvidos na recuperação autonômica cardíaca, tais como, remoção de catecolaminas, lactato e amônia; redução dopH; e normalização da temperatura e volume plasmático (COOTE, 2010; LIMA; OLIVEIRA; FERREIRA-JUNIOR, 2012), tem-se dado muita importância para a utilização deste parâmetro como um bom indicador de recuperação no âmbito desportivo (BUCHHEIT et al., 2008; BUCHHEIT; LEPRETRE; et al., 2009; BUCHHEIT; MENDEZ-VILLANUEVA; et al., 2010; OSTOJIC et al., 2010; OSTOJIC; STOJANOVIC; CALLEJA-GONZALEZ, 2011).

A regulação autonômica cardíaca é controlada pela complexa interação entre os ramos simpáticos e parassimpáticos do sistema nervoso autonômico (SNA)(Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology, 1996). Imediatamente após o exercício, tem-se a cessação dos inputs oriundos do comando central e dos mecanorreceptores da musculatura esquelética resultando na reativação vagal (BUCHHEIT et al., 2010; COOTE, 2010; IMAI,

K. et al., 1994); esta fase é conhecida como fase rápida da recuperação autonômica cardíaca. Em uma segunda fase, há a remoção dos metabólitos oriundos da contração muscular promovida ao longo do exercício (lactato, H<sup>+</sup>, ADP, P<sub>i</sub>) e das catecolaminas circulantes e o restabelecimento da temperatura corporal, culminando com a retirada simpática (BUCHHEIT et al., 2007). Esta fase é conhecida como fase lenta da recuperação autonômica cardíaca.

A análise da recuperação da frequência cardíaca (FC<sub>rec</sub>) e da variabilidade da frequência cardíaca (RecVFC) são métodos não invasivos capazes de avaliar a recuperação autonômica cardíaca (BUCHHEIT et al., 2007).

A FC<sub>rec</sub> tem sido medida de diversas formas. A mais conhecida é por meio da quantificação da diferença absoluta entre a FC no pico do exercício e a FC após um período fixo de recuperação (COLE et al., 1999; COOTE, 2010; OSTOJIC et al., 2011). A maioria dos estudos utiliza um intervalo entre 30 e 120 segundos para o cálculo deste índice ( $\Delta 30s$ ,  $\Delta 60s$  e  $\Delta 120s$ ). Além da utilização dos deltas, outra forma corriqueiramente reportada é a expressão dos valores absolutos de um determinado espaço de tempo (30s, 60s, 90s, 120s, etc.) (BOSQUET; GAMELIN; BERTHOIN, 2008; DUPUY et al., 2012; OSTOJIC; CALLEJA-GONZALEZ, 2010; OSTOJIC et al., 2010; STUCKEY et al., 2012), apresentando maior reprodutibilidade de medida do que a expressão dos resultados em deltas (BOSQUET et al., 2008). Entretanto, ajustes exponenciais ou logaritmos também têm sido propostos (BUCHHEIT; GINDRE, 2006; IMAI, KATSUJI et al., 1994; PERINI et al., 1989). Nesse sentido, outros dois índices comumente usados são: T30, que representa a recíproca negativa da inclinação da reta de regressão dos logaritmos naturais da FC correspondente a cada intervalo R-R nos trinta primeiros segundos de recuperação (IMAI et al., 1994) e; HRR<sub>T</sub>, calculado pela constante de tempo de decaimento da FC, após ajuste exponencial (PERINI et al., 1989; PIERPONT; STOLPMAN; GORNICK, 2000). Já que a queda da FC imediatamente após o exercício pode ser atribuída, com grande influência da reativação parassimpática (IMAI et al., 1994; PIERPONT et al., 2000), os índices de recuperação da FC de curta duração ( $\Delta 30s$ ,  $\Delta 60s$  e T30) podem ser considerados marcadores da reativação vagal pós-exercício (BUCHHEIT et al.,

2007). Já o índice  $HRR_T$ , por avaliar todo o período de recuperação da FC pós-exercício, tem sido considerado um marcador de avaliação da reativação vagal e da retirada simpática pós-exercício (BUCHHEIT et al., 2007).

Recentemente a recVFC, outra forma de avaliar o controle autonômico de recuperação, tem ganhado muita força no âmbito esportivo (BUCHHEIT et al., 2009; BUCHHEIT et al., 2012; BUCHHEIT et al., 2011). Esse crescimento se deu posteriormente ao trabalho de Goldeberger et al. (2006); nesse estudo, por meio de bloqueio farmacológico, os autores propuseram que a curva de iRR poderia ser dividida em *janelamentos* curtos, assim ele utilizou *janelamentos* do índice RMSSD (raiz quadrada média da diferença entre os iNN sucessivos) em janelas de 30s (RMSSD30s), mostrando correlações com a atividade vagal. A partir deste estudo foi proposto a utilização do índice RMSSD30s como índice de reativação vagal pós-exercício. Embora apenas *janelamentos* mais curtos do RMSSD sejam validados para a utilização no momento não estacionário da recuperação pós-exercício (primeiros 5 minutos pós-exercício) outra forma comumente utilizado, é média dos 3 últimos minutos do período de 5 minutos da recuperação pós-exercício (BUCHHEIT et al., 2009; BUCHHEIT et al., 2010).

Recentemente vários estudos têm demonstrado que a recuperação autonômica pode ser uma grande aliada para avaliação, prescrição e monitoramento do treinamento para treinadores, preparados e fisiologistas, onde têm sido demonstrada tanto a importância de se utilizar a  $FC_{rec}$  (BORRESEN; LAMBERT, 2008; BUCHHEIT; GINDRE, 2006; BUCHHEIT et al., 2007; LAMBERTS et al., 2009; OSTOJIC; CALLEJA-GONZALEZ, 2010; OSTOJIC et al., 2011), quanto a recVFC (BUCHHEIT et al., 2009; BUCHHEIT et al., 2010; BUCHHEIT; MENDEZ-VILLANUEVA; et al., 2010; BUCHHEIT et al., 2012; BUCHHEIT et al., 2011; DE OLIVEIRA et al., 2013; DE OLIVEIRA et al., 2011).

Ostojic; Calleja-Gonzalez (2010) e Ostojic; Stojanovic (2011), trabalhando com atletas de alto rendimento, divididos em dois grupos, de acordo com a sua aptidão aeróbia, observaram que atletas com maior aptidão aeróbia possuem melhor  $FC_{rec}$  após o esforço máximo. A  $FC_{rec}$  também tem

sido correlacionada com o treinamento físico. Assim, em um estudo longitudinal, de base populacional, Carnethon et al. (2005) observaram que o treinamento físico regular aprimora a  $FC_{rec}$ . Em outro estudo, Yamamoto et al. (2001), encontraram melhoria  $FC_{rec}$  após um programa de treinamento aeróbico de alta intensidade (80% do  $VO_{2máx}$ ). Nesse estudo, surpreendentemente, os autores observaram que as melhorias na  $FC_{rec}$  já se mostraram evidentes com uma semana de treinamento físico, indicando que as adaptações autonômicas relacionadas à  $FC_{rec}$  são rapidamente promovidas pelo treinamento físico. Este achado foi confirmado por Lamberts et al. (2009) em um contexto esportivo, ao verificarem que, após 5 sessões de treinamento físico de alta intensidade, ciclistas de alto rendimento já apresentavam maior  $FC_{rec}$  após um exercício (contra-relógio) de 40 km. Buchheit; Gindre (2006) contribuíram para este entendimento, à medida que encontraram correlação da carga de treinamento físico com a  $FC_{rec}$ . Neste estudo, indivíduos submetidos à maiores cargas de treinamento físico apresentaram maior  $FC_{rec}$  após o exercício máximo. Portanto, a  $FC_{rec}$  tem se mostrado um bom instrumento para controle da carga de treinamento físico e para o acompanhamento do desempenho de atletas. Também tem sido observada associação entre o tipo de esporte (NAGASHIMA et al., 2011) e sua dinâmica (OSTOJIC et al., 2010) e a  $FC_{rec}$ . Nagashima et al. (2011) encontraram maior  $FC_{rec}$  em atletas praticantes de modalidades esportivas de alta intensidade em comparação àqueles praticantes de modalidades esportivas menos intensas. Já em relação à dinâmica do esporte, Ostojic et al. (2010) verificaram que atletas de esportes de características intermitentes apresentavam maior  $FC_{rec}$  do que atletas de resistência aeróbica.

Em relação a  $recVFC$ , recentemente Buchheit et al. (2010) demonstraram que, após três semanas de treinamento durante a temporada competitiva em jovens atletas sub15 e sub17, a  $recVFC$  aumentou e esse aumento teve correlação com o aumento no consumo máximo de oxigênio. Neste sentido, após 3-4 meses de treinamento em jovens jogadores de futebol, Buchheit et al. (2012) observaram que após esse período a maioria dos atletas teve um aumento na  $recVFC$ , sendo esse aumento, em média, de 10%. Além disso, os atletas que apresentaram melhora na  $recVFC$  apresentaram, também, melhora significativa no teste de Vam-Eval. Além do treinamento físico, outros

fatores têm sido determinantes para aprimorar a recVFC, como tem sido a posição da recuperação (BUCHHEIT et al., 2009), a imersão hídrica (AL HADDAD et al., 2010) e a ingestão hídrica (DE OLIVEIRA et al., 2011). Outro fator de importância observado em relação à recVFC é que, após exercício máximo, os indivíduos apresentaram supressão da modulação vagal (DE OLIVEIRA et al., 2013).

Neste contexto, devido à característica intermitente do futsal, às altas demandas fisiológicas e aos momentos de recuperação de uma partida, possivelmente, os jogadores de futsal apresentem melhor modulação vagal do que indivíduos com a mesma aptidão física, porém não praticantes de futsal. Além disso, supõe-se que os curtos períodos preparatórios do futsal com altas cargas de treinamento visando aprimorar as características desportivas (FREITAS; MILOSKI; BARA FILHO, 2012) possam provocar alterações na recuperação autonômica cardíaca.

Desde modo o presente trabalho tem como objetivos: 1) investigar a influência do treinamento em jogadores de futsal, comparando a sua recuperação medida pela modulação autonômica cardíaca com a de seus pares não atletas, porém com mesmo nível de aptidão física. 2) investigar o efeito da pré-temporada sobre a recuperação autonômica cardíaca após exercício máximo. Para alcançar tais objetivos, foram realizados dois estudos:

- 1- **Recuperação da modulação vagal autonômica cardíaca de jogadores de futsal e de indivíduos ativos**
- 2- **Efeito da pré-temporada na melhora da recuperação autonômica cardíaca de jogadores de Futsal**

## **2 DESENVOLVIMENTO**

### **2.1 Estudo 1 - Recuperação da modulação vagal autonômica cardíaca de jogadores de futsal e de indivíduos ativos**

#### **2.1.1 Introdução**

A recuperação da modulação autonômica cardíaca é controlada pela interação dos ramos simpáticos e vagal (BUCHHEIT et al., 2007). Vários estudos tem utilizado a recuperação da variabilidade da frequência cardíaca (recVFC) como ferramenta para avaliar a modulação autonômica cardíaca (BUCHHEIT et al., 2009; BUCHHEIT et al., 2009; BUCHHEIT et al., 2007; DE OLIVEIRA et al., 2013; DE OLIVEIRA et al., 2011)

Sabe-se que a recuperação da modulação autonômica cardíaca depende da intensidade do exercício a que o atleta é submetido (BUCHHEIT et al., 2007; HYNYNEN et al., 2010). Exercícios com intensidades próximas a máxima provocam supressão vagal durante a recuperação, devido a grande produção de metabólitos (DE OLIVEIRA et al., 2013), enquanto que, em exercícios de intensidades moderadas a produção de metabólitos é menor o que contribui para acelerar a recuperação autonômica cardíaca (BUCHHEIT et al., 2007). Embora seja conhecido que exercícios de intensidade submáxima proporcionem recuperação autonômica cardíaca mais rápida, os estudos atuais que investigam o efeito do treinamento em atletas de modalidades coletivas sobre a recuperação autonômica cardíaca, o fazem após exercício de intensidade moderado (i.e, 9 km.h<sup>-1</sup>) (BUCHHEIT et al., 2010; BUCHHEIT et al., 2012; BUCHHEIT et al., 2011).

Além de sofrer influência da intensidade, a capacidade aeróbia também mostrou influenciar a recuperação autonômica cardíaca (BUCHHEIT et al., 2012; FERNANDES et al., 2005). Deste modo, indivíduos com capacidade aeróbia maior apresentam melhor recuperação autonômica cardíaca.

Devido à característica do futsal de ser de um esporte intermitente de alta intensidade, os estudos com recuperação após exercícios submáximos não têm refletido a realidade do futsal. Além disso, uma vez que a capacidade aeróbia influencia na recuperação, é importante saber se indivíduos com o mesmo nível de aptidão aeróbia, mas com treinamento específico no futsal apresentam recuperação autonômica melhor.

Desde modo, o presente estudo tem como objetivo investigar a influência do treinamento em jogadores de futsal e comparar a sua recuperação com a de seus pares não atletas com mesmo nível de aptidão física.

## **2.1.2 Métodos**

### **2.1.2.1 Sujeitos**

Para compor o grupo de atletas, foram avaliados 9 jogadores da elite do futsal (JF) brasileiro, com mais de 5 anos de treinamento, e outros 9 indivíduos ativos (IA) com o mesmo consumo máximo de oxigênio, respectivamente,  $49,4 \pm 3,4$  e  $50,1 \pm 5,8$  ml.kg.min<sup>-1</sup> (para equiparar os grupos pelo nível de aptidão aeróbia). A fim de se evitar o efeito agudo do treinamento, a coleta de dados dos jogadores de futsal foi realizada antes do início da pré-temporada. Todos os sujeitos foram orientados a não praticar exercício físico exaustivo, tampouco ingerir bebidas alcoólicas nas 24 horas antes do início da avaliação. Foram excluídos da amostra fumantes, pessoas com qualquer disfunção cardíaca e indivíduos que estivessem fazendo uso de qualquer medicamento. Os sujeitos foram informados dos procedimentos do estudo. O presente estudo seguiu as recomendações da declaração de Helsinki 2008.

### **2.1.2.2 Protocolo**

O experimento foi realizado em uma única sessão, no período da tarde (14:00-16:00 h). A avaliação antropométrica (altura e massa corporal) foi realizada antes do teste progressivo. O teste de multiestágio de shuttle-run proposto por Leger e Lambert (1982) foi utilizado para avaliar o consumo



máximo de oxigênio e  $FC_{máx}$  durante o teste. O protocolo do teste consistiu de corrida de 20 metros em sentido vai-e-vem com velocidade inicial de  $8 \text{ km.h}^{-1}$ , estágios de 1 minuto e incremento de  $0,5 \text{ km.h}^{-1}$ . A distância foi demarcada por meio de cones e a velocidade do teste, regulada por bip sonoro produzido pelo CD Multistage Fitness Test®. O teste era interrompido quando o atleta não conseguia mais acompanhar o ritmo (i.e. chegar a dois metros de distância do cone em 2 ocasiões seguidas). As trocas gasosas foram registradas em média a cada 20 segundos por calorimetria indireta de circuito aberto (K4b2, Cosmed®) durante todos os testes. Imediatamente após o teste, os indivíduos sentavam-se em uma cadeira, onde realizaram recuperação passiva por 5 minutos. A FC foi registrada continuamente, batimento-a-batimento, durante o teste progressivo e a recuperação, pelo o monitor Polar RS800cx®. Para ser considerado exercício máximo, o valor do quociente respiratório que ser maior ou igual a 1,1, a  $FC_{máx}$  atingida no teste maior ou igual a 90%  $FC_{máx}$  predita pela idade ( $220 - \text{idade}$ ), além de o sujeito apresentar uma exaustão voluntária máxima.

#### 2.1.2.3 Transmissão dos dados, processamento do sinal e análise da FC e VFC

Após o registro da FC, foi feita a transmissão dos dados captados (pelo cardiofrequencímetro) para um computador por meio de interface com dispositivo infravermelho. Os dados foram transferidos para o software Polar PrecisionPerformance® para inspeção visual dos intervalos RR (iRR), filtragem do sinal e cálculo dos valores de FC (exercício e recuperação). Posteriormente, os dados foram enviados para o software Matlab 6.0 para o cálculo da VFC.

#### 2.1.3.4 Análise da VFC repouso e recuperação

Para análise do repouso da VFC (repVFC) foi utilizado o índice RMSSD considerando-se os 5 minutos finais do período de repouso. Já a análise da recVFC, devido ao comportamento não-estacionário do sinal neste período, foi

realizada a partir de uma rotina executada no aplicativo Matlab® 6.0, o *janelamentode* 30 s da série temporal e o cálculo do índice RMSSD30s durante os 5 minutos após o exercício (GOLDBERGER et al., 2006).

#### **2.1.4 Análise estatística**

Os dados são apresentados em média  $\pm$  desvio padrão. Para análise da distribuição dos dados, foi realizado o teste de Shapiro-Wilk. Para comparação dos valores de recVFC, foi utilizada a análise de variância para medidas repetidas, com post-hoc de Tukey. Para avaliar possíveis diferenças na caracterização da amostra foi utilizado o teste “t” de *Student*. Para todos os testes, o nível de significância adotado foi de 5%. Os dados foram analisados usando o software SPSS® 20.0.

#### **2.1.5 Resultados**

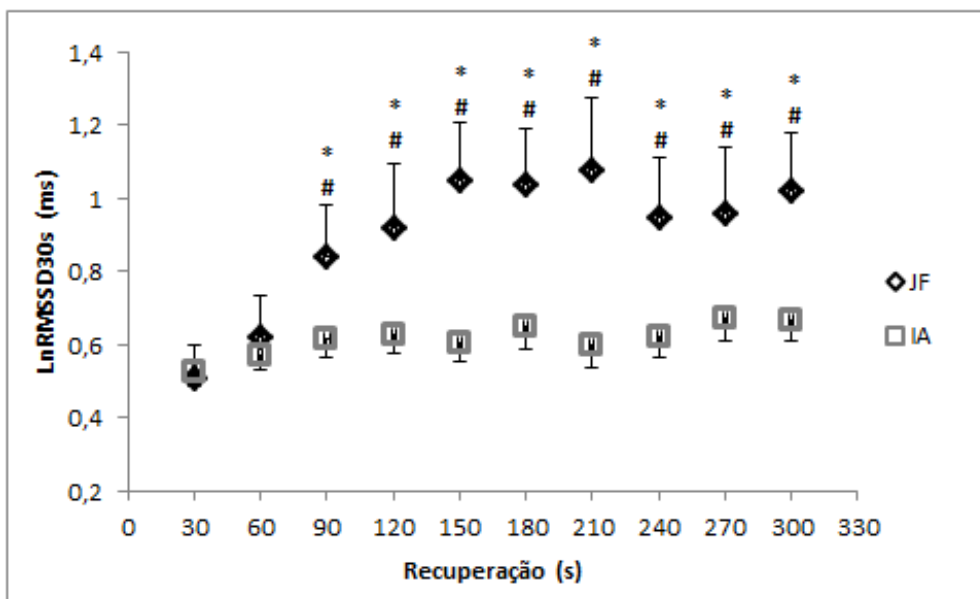
Na Tabela 1, são apresentadas as características dos jogadores de futsal (JF) e dos indivíduos ativos (IA). Pode-se observar que apenas a idade e a repVFC apresentaram diferença ( $p < 0,05$ ) entre os grupos. Todas as outras variáveis não apresentam diferença entre os grupos.

**Tabela 1:** Caracterização antropométrica e resultados do teste máximo

|   | Jogadores de Futsal | Indivíduos Ativos |
|---|---------------------|-------------------|
| Idade (anos)                                    | 27,4 ± 6,3          | 21, 3 ± 1,2*      |
| Massa Corporal (Kg)                             | 73,6 ± 6,2          | 72,8 ± 5,4        |
| Estatura (m)                                    | 1,73 ± 0,3          | 1,78 ± 0,1        |
| IMC (kg.m <sup>-2</sup> )                       | 24,8 ± 2,5          | 22,8 ± 2,1        |
| FC <sub>máx</sub> (bpm)                         | 194 ± 8             | 192 ± 2           |
| VO <sub>2</sub> máx (ml.kg. min <sup>-1</sup> ) | 49,4 ± 3,4          | 50,1 ± 5,8        |
| PV (km <sup>-1</sup> )                          | 12,9 ± 0,8          | 12,4 ± 0,8        |
| repRMSSD  | 1,44 ± 0,2          | 1,64 ± 0,2*       |

\*p&lt;0,05

Na Figura 1, é apresentada a recuperação do índice LnRMSSD30s de ambos os grupos. Pode-se perceber que, a partir dos 90 s de recuperação, ambos os grupos apresentam diferenças significativas nos índices de recuperação (p<0,05). Além disto, o grupo de IA não apresenta reativação da modulação vagal, enquanto os JF apresentam reativação a partir dos 90 s.



**Figura 1:** Dinâmica da recuperação do LnRMSSD30s de Jogadores de Futsal (JF) e indivíduos ativos (IA)

# diferença significativa ( $p < 0,05$ ) em relação aos 30 primeiros segundos.

\*Diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre indivíduos ativos e jogadores de futsal.

### 2.1.6 Discussão

Este é o primeiro estudo a avaliar o comportamento da recuperação da modulação vagal autonômica cardíaca em jogadores de elite do futsal. Os principais achados do presente estudo foram que, atletas de futsal apresentam recuperação da modulação vagal autonômica cardíaca mais rápida que indivíduos ativos com o mesmo nível de aptidão aeróbia. Além disto, indivíduos ativos apresentaram supressão da modulação vagal durante todos os cinco minutos da recuperação, enquanto os atletas de futsal apresentaram supressão somente até os 60 segundos da recuperação, sendo que, a partir dos 90 segundos, esses atletas já apresentavam reativação vagal.

No presente estudo, os indivíduos dos dois grupos apresentaram comportamento similar ao final do teste, onde não se obtiveram diferenças significativas nas variáveis  $FC_{máx}$ ,  $VO_{2máx}$  e PV, mostrando que ambos os grupos possuíam a mesma aptidão aeróbia, diferindo apenas na recuperação da modulação vagal autonômica cardíaca.

Estudo anterior com atletas de esporte intermitente evidenciou que estes atletas apresentam melhor recuperação do tônus vagal quando comparados com atletas com o mesmo nível de aptidão aeróbia (OSTOJIC et al., 2010). No teste realizado por Ostojic et al. (2010), comparando a recuperação de atletas de esporte intermitente com atletas de modalidades aeróbias contínuas, os autores constataram que os atletas de esportes intermitentes apresentaram melhor recuperação do tônus vagal nos 20 primeiros segundos da recuperação. Segundo esses autores, atletas de esportes intermitentes apresentam melhor recuperação do tônus vagal devido à característica desse esporte de apresentar intervalos de 30 segundos entre as atividades, período em que os atletas aprimoraram a capacidade de recuperação. Possivelmente, os atletas de futsal têm melhor recuperação após 60 segundos, devido ao fato de que, em grande parte do jogo, os jogadores têm esse intervalo de tempo para se recuperarem (substituições, tempo técnico e intervalo entre os tempos).

Embora existam na literatura estudos que demonstrem que o treinamento intermitente desenvolve recuperação autonômica maior do que outros tipos de treinamento (BUCHHEIT et al., 2009; LAMBERTS et al., 2009; OSTOJIC et al., 2010), os estudos desses autores avaliaram o tônus vagal, ou seja, a recuperação da FC, enquanto o presente estudo avaliou a recuperação da modulação vagal, representado pelo índice RMSSD30s da recVFC. Provavelmente, a melhor recuperação da modulação vagal é resultado da melhor adaptação dos atletas à alta intensidade do treino de resistência intermitente de jogadores de futsal (BOSQUET et al., 2008; LAMBERTS et al., 2009).

Em relação à reativação da modulação vagal encontrada nos atletas de futsal e suprimida em indivíduos ativos, recentemente, De Oliveira et al. (2013) demonstraram que, após o teste máximo, há supressão da reativação vagal, provavelmente provocada pelas altas concentrações de metabólitos e de catecolaminas no exercício máximo (BUCHHEIT et al., 2007; COOTE, 2010), além disso, PIERPONT et al. (2000) observaram grande presença de metabolismo anaeróbico. No entanto, devido às altas demandas das partidas de esportes intermitentes, os atletas de elite, apresentam alta capacidade

anaeróbia (MORO et al., 2012) e melhor recuperação de lactato após estímulos máximos (BELL et al., 1997).

### **2.1.7 Limitações**

Embora o presente estudo seja o único a avaliar a recuperação da modulação vagal autonômica cardíaca existem algumas limitações, a saber: o baixo número amostral pode levar a subestimativas das diferenças amostrais. No entanto devido à dificuldade de se avaliar equipes de alto rendimento, este estudo dá um grande passo para conhecimento do comportamento da recuperação da modulação vagal autonômica de jogadores de futsal. Além disso, o presente estudo não analisou nenhuma variável de capacidade anaeróbia, no entanto os pressupostos apresentados foram feitos com base na associação entre a recVFC e variáveis relacionados à capacidade anaeróbia de atletas (BUCHHEIT et al., 2007; BUCHHEIT; LAURSEN; AHMAIDI, 2009; BUCHHEIT et al., 2007).

Além disso, não se pode afirmar claramente se esses resultados foram exclusivos do treinamento específico do futsal, ou se os atletas de futsal têm uma predisposição para se recuperar melhor do que indivíduos ativos, mas que não são atletas.

### **2.1.8 Implicação Prática**

Com base nos nossos resultados, podemos afirmar que, embora o consumo máximo de oxigênio seja uma boa ferramenta para avaliar atletas de futsal, a recuperação da modulação vagal autonômica mostrou ser uma ferramenta adicional e prática na avaliação destes desportistas. Futuras investigações deverão avaliar o efeito do treinamento da temporada sobre a recuperação da modulação vagal autonômica cardíaca.

### **2.1.9 Conclusão**

Os resultados deste estudo sugerem que atletas de futsal apresentam melhor capacidade de recuperação da modulação vagal autonômica cardíaca após exercício máximo e também reativação vagal nos primeiros minutos da recuperação. A rápida recuperação pode ter sido adquirida pela adaptação do sistema nervoso autonômico desses atletas submetidos por muitos anos ao treinamento intermitente.

## **2.2 Estudo 2 –Efeito da pré-temporada na melhora da recuperação autonômica cardíaca de jogadores de Futsal**

### **2.2.1 Introdução**

Nos esportes coletivos, a pré-temporada têm sido importante para aprimorar a força e diminuir a massa de gordura corporal (ARGUS et al., 2010; TONG; MAYES 2002; ARGUS et al., 2010), melhorar a aptidão aeróbia(BOULLOSA et al., 2012) e a capacidade de executar sprints repetidos (TESSITORE et al., 2007). Além disso, tem-se demonstrado também a diminuição no número de lesões em atletas após a pré-temporada (HEIDT et al., 2000). No Futsal, durante a pré-temporada, tem-se uma intensificação da carga de treinamento, visando uma adaptação positiva dos parâmetros fisiológicos (FREITAS et al., 2012). Recentemente, Oliveira et al. (2012) demonstraram melhora no desempenho e no controle autonômico de repouso após a pré-temporada de jogadores de futsal.

Recentemente, vários estudos têm demonstrado que o treinamento aprimora a recuperação autonômica cardíaca de atletas (BUCHHEIT et al., 2010; BUCHHEIT et al., 2012; BUCHHEIT et al., 2011; LAMBERTS et al., 2009). No entanto, estes estudos não foram realizados após pré-temporada, que principalmente no futsal, tem um tempo muito reduzido, de 4 a 5 semanas de treinamento. Além disto, os estudos realizados com atletas de modalidade intermitente avaliaram a recuperação autonômica após estímulos submáximos, o que difere da realidade do futsal.

Assim sendo, devido às características intermitentes e de alta intensidade do futsal, o treinamento deveria ser específico para desenvolver a capacidade de recuperação após esforços de altas intensidades. Visto que a pré-temporada é um período muito curto e a recuperação autonômica tem se mostrado um fator importante durante a partida, o presente estudo teve como objetivo investigar o efeito da pré-temporada sobre a recuperação autonômica cardíaca após exercício máximo.



## 2.2.2 Métodos

### 2.2.2.1 Abordagem experimental

Os jogadores de Futsal foram avaliados em duas ocasiões na temporada de 2012. A primeira avaliação foi feita após cinco semanas de destreino, antes da pré-temporada (APT), a segunda, ao final da pré-temporada (FPT). Seguiram-se os seguintes procedimentos: 1) avaliação antropométrica na sala de avaliação do clube, em seguida os atletas se deslocaram até o ginásio onde realizaram 2) a avaliação do controle autonômico de repouso (sentados em uma cadeira por 10 minutos) 3) exercício máximo e imediatamente após 4) recuperação passiva na posição sentada, por mais 5 minutos para avaliação do controle autonômico de recuperação. Todas as avaliações foram realizadas no mesmo período para cada jogador. Após a pré-temporada os atletas repetiram as mesmas avaliações. A pré-temporada teve duração de cinco semanas. O teste de exercício máximo foi realizado em um ginásio cujo piso era familiar aos jogadores. Para isso os mesmos trajavam roupa de treinamento e tênis adequado para a prática de futsal.

### 2.2.2.2 Sujeitos

Nove jogadores de Futsal de alto rendimento do sexo masculino ( $27,4 \pm 6,3$  anos e  $172,9 \pm 3,0$ cm de altura) pertencentes a um time da Liga Nacional de Futsal (Primeira Divisão Brasileira), com experiência em treinamento regular no Futsal de, no mínimo cinco anos, foram voluntários no estudo. O estudo foi aprovado pelo comitê de ética e realizado conforme as recomendações do Conselho Nacional de Saúde (Resolução 196/96) para pesquisa com seres humanos.

### 2.2.2.3 Procedimentos

#### 2.2.2.4 *Treinamento da pré-temporada*

Durante as cinco semanas da pré-temporada, o treinamento foi constituído de duas sessões de treino diárias, sendo uma no período da manhã e outra no período da tarde ( $\approx$  6 dias/semana). O objetivo da pré-temporada foi aprimorar as características físicas e as habilidades táticas e técnicas dos jogadores. Na Tabela 2, é apresentada uma semana típica de treinamento.

**Tabela 2-** Semana típica do programa de treinamento na pré-temporada

|       | Segunda        | Terça          | Quarta         | Quinta         | Sexta          | Sábado         | Domingo |
|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------|
| Manhã | Técnico        | Técnico-tático | Tático         | Velocidade     | Técnico-tático | Técnico-tático | Folga   |
|       | Força          |                | Força          | Técnico-tático | Força          |                |         |
| Tarde | Velocidade     | Aeróbio        | Sensório motor | Aeróbio        | Técnico-tático | Folga          | Folga   |
|       | Técnico-tático |                | Flexibilidade  |                |                |                |         |

#### 2.2.2.5 *Avaliação Antropométrica*

A massa corporal foi mensurada utilizando a balança digital (Filizola) e o percentual de gordura estimado a partir da equação proposta por Jackson e Pollock (1985). Três medidas das dobras cutâneas: peitoral, axilar média, subescapular, tricipital, supra-íliaca, abdominal e da coxa foram realizadas utilizando adipômetro científico (Lange, Inglaterra), retirando-se a mediana para cada uma delas.

#### 2.2.2.6 *Avaliação da Frequência Cardíaca e Variabilidade de Frequência Cardíaca de repouso*

O controle autonômico de repouso foi avaliado de maneira indireta por meio da VFC e da FC, medidas durante 10 minutos de repouso, com o atleta sentado e com respiração espontânea (BLOOMFIELD et al., 2001). Os

iRR foram registrados com a utilização do cardiofrequencímetro Polar RS800cx® (Polar Electro Oy, Finland), com uma frequência de amostragem de 1000 Hz e transmitidos para um computador, por meio de interface com dispositivo infravermelho e do software Polar Pro Trainer® (v. 5.0, Polar Inc., Kempele, Finland). Posteriormente, esses dados foram exportados para o software Kubios HRV analysis® (v. 2.0, BiomedicalSignalAnalysisGroup, Department of Applied Physics, University of Kuopio, Finland) para análise do domínio do tempo e da frequência da VFC (TASK-FORCE 1996). A VFC e a FC foram analisadas nos 5 minutos finais. No domínio do tempo, foram calculados dois índices: a média dos iRR e a raiz média quadrática da diferença entre os iRR sucessivos (RMSSD), que reflete a modulação vagal. No domínio da frequência, os componentes oscilatórios foram divididos em suas bandas espectrais HF (componente de alta frequência; 0,15-0,4 Hz) e LF (componente de baixa frequência; 0,04-0,15 Hz), utilizando o algoritmo *Fast Fourier Transform* (FFT). Os valores absolutos foram expressos em  $\text{ms}^2$ , enquanto as unidades normalizadas foram calculadas como área da banda de frequência, menos a VLF (componente de muito baixa frequência <0,04 Hz). A banda HF reflete a modulação vagal, enquanto a LF indica, tanto atividade parassimpática, quanto atividade simpática. Já a razão LF/HF é utilizada como indicador de balanço simpátovagal (Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology, 1996).

#### 2.2.2.7 *Teste máximo*

O teste de multiestágio de shuttle-run proposto por Leger e Lambert (1982) foi utilizado para avaliar o consumo máximo de oxigênio ( $\text{VO}_2\text{máx}$ ), a  $\text{FC}_{\text{máx}}$  e Pico de Velocidade (PV). O protocolo do teste consiste de corrida de 20 metros em sentido vai-e-vem com velocidade inicial de  $8 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ , estágios de 1 minuto e incremento de  $0,5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ . A distância foi demarcada com cones e a velocidade do teste foi regulada por bip sonoro produzido pelo CD Multistage Fitness Test (Sports Coach®). O teste foi interrompido quando o atleta não

conseguia acompanhar esse ritmo (i.e. chegar a dois metros de distância do cone em 2 ocasiões seguidas). As trocas gasosas foram registradas em médias a cada 20 segundos por calorimetria indireta de circuito aberto (K4b2, Cosmed, Roma, Itália) durante todos os testes. O aparelho foi operado por pesquisadores experientes. Antes de cada teste, o sistema de análise de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> era calibrado utilizando-se o ar ambiente e amostras de gás com concentrações conhecidas (15,98 % de O<sub>2</sub> e 5,05 % de CO<sub>2</sub>). O consumo máximo de oxigênio foi definido como a maior média de 20 segundos observada durante o teste de Leger e Lambert (1982). A velocidade do último estágio completo foi adotada como Pico de Velocidade (PV). Para ser considerado exercício máximo, o valor do quociente respiratório que ser maior ou igual a 1,1, a FC<sub>máx</sub> atingida no teste maior ou igual a 90% FC<sub>máx</sub> predita pela idade (220-idade), além de o sujeito apresentar uma exaustão voluntária máxima.

#### 2.2.2.8 *Avaliação da recuperação da Frequência cardíaca e da Variabilidade da Frequência Cardíaca*

Imediatamente após o teste máximo, os atletas ficaram sentados em recuperação passiva por 5 minutos (BUCHHEIT et al., 2012). Para análise da recuperação da FC<sub>rec</sub>, foram utilizados os valores absolutos de FC nos momentos de 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270 e 300 s (OSTOJIC et al., 2011). Para análise da VFC, na recuperação, foi utilizada a média do índice RMSSD nos três últimos minutos dos 5 minutos do período de recuperação após o teste de máximo (BUCHHEIT et al., 2009; BUCHHEIT et al., 2010).

#### 2.2.3 **Análise Estatística**

Os valores das variáveis são apresentados em média  $\pm$  desvio padrão. A ANOVA de *Two Way* para medidas repetidas seguida do teste post-hoc com correção de Bonferroni foram utilizados para comparar as variáveis FC e VFC nos diferentes momentos da recuperação. O teste “t” de *Student* para amostras dependentes foi utilizado para comparar os momentos antes e final da pré-

temporada para as variáveis de VFC e FC de repouso,  $FC_{máx}$ , percentual de gordura (gordura %), massa corporal (MC), PV e  $VO_{2máx}$ . O nível de significância adotado foi de 5%. Devido a não normalidade dos índices de VFC, LF, HF e  $RMSSD_{2-5min}$ , estes foram transformados em logaritmos naturais para permitir a utilização de estatísticas paramétricas. O tamanho do efeito (TE) foi calculado e interpretado conforme proposto por Hopkins ([www.sportsci.org/resource/stats/](http://www.sportsci.org/resource/stats/)): <0,2: *Trivial*; 0,2 – 0,6: *Pequeno*; 0,6 – 1,2: *Moderado*; 1,2 - 2,0: *Grande*; >2,0 *Muito grande*. Os dados foram analisados usando o software SPSS® 20.0 (Statistical Package for Social Science for Windows).

## 2.2.4 Resultados

Na Tabela 3, é apresentada a caracterização dos jogadores de futsal antes e ao final da pré-temporada. Observa-se que as variáveis massa corporal, gordura % e FCrep não modificaram ao final da pré-temporada ( $p < 0,05$ ). Enquanto que houve melhora significativa na  $FC_{máx}$ , PV e  $VO_{2máx}$  ao final da pré-temporada ( $p < 0,05$ ) mostrando a efetividade do treinamento da pré-temporada para estas variáveis.

**Tabela 3-** Características dos sujeitos antes e ao final da pré-temporada (média  $\pm$  DP)

|   | APT            | FPT             | TE                        |
|---|----------------|-----------------|---------------------------|
| Massa Corporal (kg)                                   | 73,3 $\pm$ 7,8 | 72,7 $\pm$ 6,4  | 0,10 ( <i>trivial</i> )   |
| Gordura %   | 10,8 $\pm$ 5,3 | 9,3 $\pm$ 3,8   | 0,30 ( <i>pequeno</i> )   |
| FCrep (bpm)   | 82 $\pm$ 4     | 78 $\pm$ 6      | 1,00 ( <i>moderado</i> )  |
| $FC_{máx}$ (bpm)                                      | 194 $\pm$ 7    | 186 $\pm$ 8*    | 1,14 ( <i>grande</i> )    |
| PV (km.h <sup>-1</sup> )                              | 12,8 $\pm$ 0,8 | 13,3 $\pm$ 0,6* | -0,62 ( <i>moderado</i> ) |
| $VO_{2máx}$ (ml.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> ) | 49,7 $\pm$ 3,5 | 56,7 $\pm$ 4,4* | -2,00 ( <i>Grande</i> )   |

\* $p < 0,05$  – comparação entre o início e final da pré-temporada. TE: tamanho do efeito (<0,2 trivial, > 0,2 - 0,6 pequeno, >0,6 - 1,1 moderado, >1,1 – 2,0 grande, >2,0 muito grande).

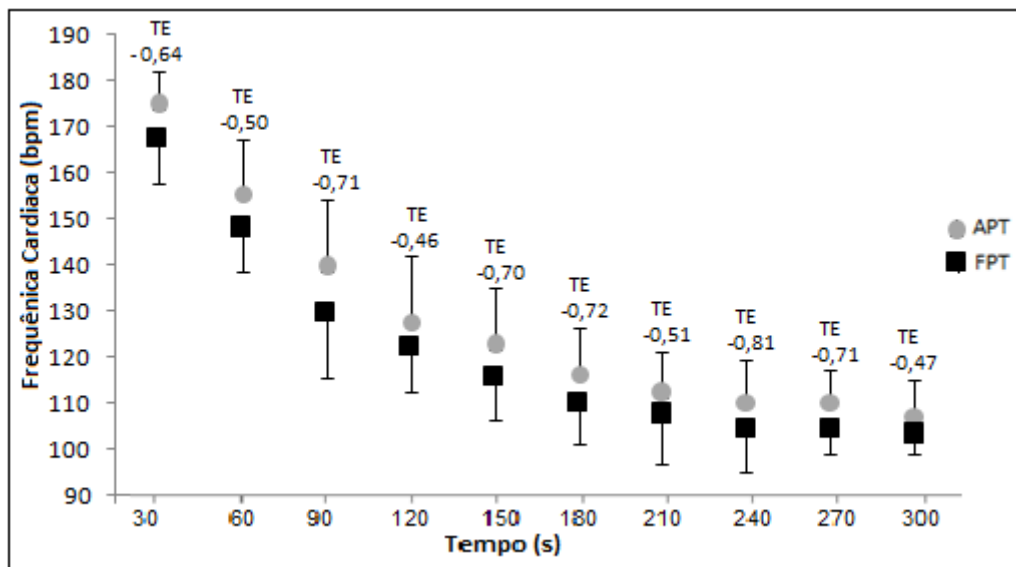
Na Tabela 4, são apresentados os valores de VFC de repouso dos jogadores de futsal. Não houve melhora significativa de iRR, RMSSD, LF e HF ao final da pré-temporada ( $p < 0,05$ ). Enquanto que houve melhora significativa nos índices LFnu, HFnu e LF/HF ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 4** - Variabilidade da frequência cardíaca de repouso antes e ao final da pré-temporada (média  $\pm$  DP).

|                       | APT             | FPT            | TE                            |
|-----------------------|-----------------|----------------|-------------------------------|
| iRR (ms)              | 740 $\pm$ 35    | 784 $\pm$ 61   | -1,25 ( <i>grande</i> )       |
| RMSSD (ms)            | 30,8 $\pm$ 12,5 | 36,5 $\pm$ 17  | -0,45 ( <i>pequeno</i> )      |
| LF (ms <sup>2</sup> ) | 2133 $\pm$ 1824 | 1507 $\pm$ 866 | 0,34 ( <i>pequeno</i> )       |
| HF (ms <sup>2</sup> ) | 414 $\pm$ 303   | 490 $\pm$ 383  | -0,25 ( <i>pequeno</i> )      |
| LFnu                  | 85 $\pm$ 2      | 78 $\pm$ 9*    | 3,50 ( <i>muito grande</i> )  |
| HFnu                  | 15 $\pm$ 3      | 22 $\pm$ 10*   | -2,30 ( <i>muito grande</i> ) |
| LF/HF                 | 6,7 $\pm$ 1,5   | 4,4 $\pm$ 2,2* | 1,50 ( <i>grande</i> )        |

\* $p < 0,05$  – comparação entre o início e final da pré-temporada. TE: tamanho do efeito (<0,2 trivial, > 0,2 - 0,6 pequeno, >0,6 - 1,1 moderado, >1,1 – 2,0 grande, >2,0 muito grande).

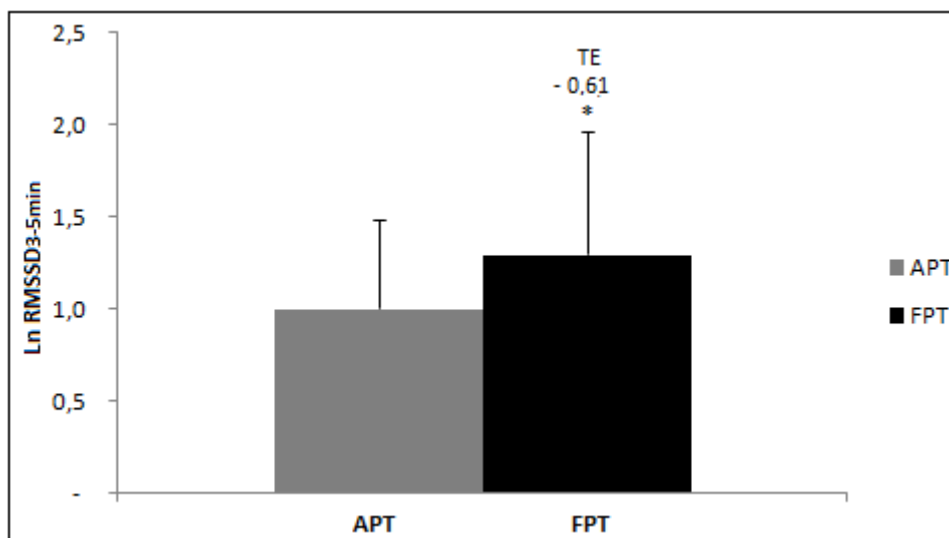
Na Figura 2, são apresentados os valores de FC<sub>rec</sub> no início e ao final da pré-temporada. Os valores FC<sub>rec</sub> não apresentaram diferenças significativas ao final da pré-temporada em relação ao início ( $p < 0,05$ ), mas o valor médio TE foi moderado (-0,62), mostrando que a pré-temporada provocou alterações moderadas.



**Figura 2:** Valores absolutos da frequência cardíaca durante a recuperação antes e ao final da pré-temporada.

TE: tamanho do efeito (<0,2 trivial, > 0,2 - 0,6 pequeno, >0,6 - 1,1 moderado, >1,1 - 2,0 grande, >2,0 muito grande).

Na Figura 2, são apresentados os valores de recuperação do  $\text{RMSSD}_{2-5\text{min}}$  antes e ao final da pré-temporada. Pode-se observar melhora no índice com o treinamento da pré-temporada, mostrando um efeito positivo do treinamento.



**Figura 3:** Valores do LnRMSSD<sub>2-5min</sub> antes e ao final da pré-temporada.

\* $p < 0,05$  – comparação entre o início e final da pré-temporada. TE: tamanho do efeito (<0,2 trivial, > 0,2 - 0,6 pequeno, >0,6 - 1,1 moderado, >1,1 – 2,0 grande, >2,0 muito grande).

### 2.2.5 Discussão

Este estudo é o primeiro a avaliar o efeito da pré-temporada sobre a recuperação autonômica cardíaca após exercício máximo em jogadores da elite do futsal. O principal achado do estudo foi a melhora na recuperação autonômica cardíaca após o período da pré-temporada. Além disto, como demonstrado por Oliveira et al. (2012) o treinamento da pré-temporada provocou alterações positivas na VFC de repouso. A aptidão aeróbia, assim como reportada por Barbero-Alvarez et al. (2007) e Oliveira et al. (2012) também apresentou alterações com o treinamento da pré-temporada. Essa melhora na VFC de repouso e  $VO_{2máx}$  e PV demonstraram que o treinamento da pré-temporada foi eficiente e provocou as alterações já esperadas.

No presente estudo, ao final da pré-temporada, os atletas apresentaram redução de 7bpm na  $FC_{máx}$ . Existem algumas evidências anteriores que apontam uma redução na  $FC_{máx}$  após o treinamento (CONVERTINO, 1983; MIER et al., 1997; SPINA et al., 1992). Possivelmente, esta redução está



associada ao aumento na sensibilidade do barorreflexo, diminuindo a ação simpática durante o exercício (ZAVORSKY, 2000). Durante quase todo o período de recuperação, esta diferença de 7bpm foi mantida. Embora trabalhos anteriores tenham apresentado redução na  $FC_{máx}$  com o treinamento, não foi encontrado nenhum trabalho relatando que a  $FC_{rec}$  após cinco minutos acompanhava tal diferença.

A  $FC_{rec}$  apresentou melhora moderado após o período da pré-temporada. Deve-se destacar que a os primeiros momentos da  $FC_{rec}$  são mediados pela reentrada parassimpática (IMAI et al., 1994). Posteriormente, ocorre a remoção dos metabólitos produzidos pela contração muscular (i.e., lactato,  $H^+$ , Pi) e das catecolaminas circulantes, promovendo a restauração do pH sanguíneo (BUCHHEIT et al., 2007; COOTE, 2010; PERINI et al., 1989). Essas ações provocam queda lenta e sustentada da FC, mediada pela integração da reativação parassimpática e retirada simpática sobre o coração (LIMA et al., 2012). Embora não mensuramos todos estes parâmetros, podemos especular, com base em trabalhos anteriores, que o treinamento aprimora a remoção de metabólicos (ZOUHAL et al., 2007) e catecolaminas circulantes (KRAEMER et al., 1985), além disto, observamos maior reativação vagal após a pré-temporada ( $\ln RMSSD_{2-5min}$  APT  $1,00 \pm 0,45 \text{ ms}^2$  - FPT  $1,29 \pm 0,63 \text{ ms}^2$ ). Deste modo, a integração destes fatores possivelmente levou à redução da  $FC_{rec}$  ao final da pré-temporada. No Futsal, a diminuição da  $FC_{rec}$  é importante para o jogador, uma vez que, nos momentos de pausa, a recuperação mais rápida faz com que ele esteja apto para o retorno à quadra em menor tempo.

Em relação à VFC de recuperação, encontramos maiores valores de  $RMSSD_{2-5min}$  após a pré-temporada, indicando maior reativação vagal após o exercício máximo (GOLDBERGER et al., 2006). Embora não esteja claro, alguns mecanismos podem ser elencados para explicar tal achado. No presente estudo, além da melhoria da VFC de recuperação, os atletas também apresentaram melhora no índice HFnu de repouso após o período da pré-temporada. Tais resultados estão relacionados à maior atividade parassimpática (Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. Task Force of the European Society of

Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology, 1996).

Além do mecanismo supramencionado, evidências anteriores demonstraram que a VFC de recuperação está associada ao volume plasmático (BUCHHEIT et al., 2009). Portanto, o aumento do volume plasmático induzido pelo treinamento (BUCHHEIT et al., 2009; RICHARDSON et al., 1996) poderia explicar, pelo menos parcialmente, a melhora na reativação parassimpática encontrada no presente estudo. Outros mecanismos tais como melhora da sensibilidade barorreflexa (BUCHHEIT et al., 2007), diminuição da ativação quimiorreflexa (GUJIC et al., 2007) ou mesmo a resposta termorregulatória (ROWELL, 1983) mais eficiente podem também estar por trás dos achados. No entanto, os métodos utilizados pelo presente estudo impedem que tais questões possam ser comprovadas.

A utilização da VFC de recuperação pode fornecer informações relevantes sobre a eficiência do programa de treinamento (BUCHHEIT et al., 2010; BUCHHEIT et al., 2007), já que o aumento da modulação vagal cardíaca indica maior capacidade adaptativa do coração (IMAI et al., 1994), com aplicação potencial no âmbito do treinamento esportivo. Para os jogadores de futsal é importante a melhora na reativação vagal, pois essa condição representa uma atenuação do stress cardíaco pós-exercício (GOLDBERGER et al., 2006), além de refletir melhor adaptação ao exercício (IMAI et al., 1994). Deste modo, o treinamento da pré-temporada proporciona ao atleta maior prontidão para retornar à quadra, após os momentos de pausas no decorrer da partida. Embora outros estudos tenham demonstrado melhora da reativação parassimpática com o treinamento (BUCHHEIT et al., 2010; BUCHHEIT et al., 2012; BUCHHEIT et al., 2011) avaliaram a VFC após um exercício submáximo. Como o futsal é um esporte de esforços próximos ao máximo, o protocolo do presente estudo possui maior validade ecológica, alcançando resultados mais próximos aos que se observam durante os jogos.

Conclui-se que o treinamento da pré-temporada em jogadores de futsal provoca alterações positivas na  $FC_{rec}$  e VFC após exercício máximo. A melhora

da recuperação pode contribuir para que o jogador, durante a partida esteja apto em menor tempo a novos estímulos.

### **2.2.6 Aplicações Práticas**

Devido à importância de se recuperar mais rapidamente durante os esforços sucessivos em uma partida de futsal, é aconselhável que os preparadores físicos e técnicos utilizem a recuperação autonômica cardíaca após teste máximo como uma ferramenta de avaliação da capacidade de recuperação de seus atletas. Além disto, esta capacidade se mostrou suscetível aos efeitos da pré-temporada, assim como as variáveis relacionadas à aptidão aeróbia e o controle autonômico cardíaco de repouso. Recomenda-se aos treinadores e preparadores físicos analisar os valores absolutos da FC e a VFC de recuperação após esforço máximo em jogadores de futsal, pois essas variáveis se mostraram suscetíveis aos efeitos do treinamento da pré-temporada.

### 3 Considerações finais

O estudo da recuperação autonômica vem sendo foco de grandes investigações recentemente no âmbito desportivo. Devido à facilidade de mensuração das variáveis envolvidas relacionadas ao treinamento físico, vários estudos buscaram compreender melhor o comportamento desta variável em diversas modalidades coletivas e suas influências na recuperação autonômica. No entanto, estes trabalhos não o fizeram após o exercício máximo característico destas modalidades.

No artigo 1 do presente estudo avaliamos o efeito do treinamento específico de cinco anos de jogadores de futsal na recuperação da modulação autonômica cardíaca, comparando jogadores de futsal com indivíduos saudáveis do mesmo nível de aptidão física. Observamos que o treinamento do futsal realizado nos atletas por mais de cinco anos aprimorou a recuperação autonômica cardíaca dos jogadores de futsal a partir dos 90 s de recuperação, além disso estes atletas tem a capacidade de reativar o ramo parassimpático após os mesmos 90 s de recuperação, enquanto os indivíduos ativos apresentaram uma supressão vagal durante todo os 5 minutos da recuperação.

Visto a influência do treinamento específico do futsal com mais de cinco anos de treinamento, investigou-se, no artigo 2, se o treinamento de curta duração e específico para a temporada seria capaz de aprimorar a recuperação autonômica dos atletas de futsal. Foi possível avaliar que a pré-temporada nos atletas, provocaram alterações importantes na recuperação autonômica cardíaca de jogadores de futsal.

A partir desses achados, é aconselhado aos treinadores e preparadores físicos inserir a utilização de avaliações do comportamento da recuperação autonômica em sua rotina de avaliações fisiológicas. Devido à facilidade de mensuração, baixo custo e os resultados encontrados, a  $FC_{rec}$  e  $recVFC$  mostraram-se úteis nas rotinas desses profissionais. Deve-se salientar que com os dados apresentados nos recomendamos a utilização da  $FC_{rec}$  em valores absolutos, pois esta medida mostrou ser uma medida treinável e assim como as demais variáveis mais tradicionais, como VFC de repouso, FC de

repouso, consumo máximo de oxigênio. Além disso, o recVFC também se credenciou como uma ferramenta importante e de baixo custo para avaliação destes atletas. Devemos ressaltar que os preparadores físicos, fisiologistas e treinadores do futsal, devem analisar estas ferramentas após o exercício máximo, a fim de se aproximar o máximo possível da realidade de uma partida de futsal.

## Referências

- AL HADDAD, H. et al. Effect of cold or thermoneutral water immersion on post-exercise heart rate recovery and heart rate variability indices. **Auton Neurosci**, v. 156, n. 1-2, p. 111-6, Aug 25 2010.
- ARGUS, C. K. et al. Effects of a short-term pre-season training programme on the body composition and anaerobic performance of professional rugby union players. **J Sports Sci**, v. 28, n. 6, p. 679-86, Apr 2010.
- BARBERO-ALVAREZ, J. C. et al. Match analysis and heart rate of futsal players during competition. **J Sports Sci**, v. 26, n. 1, p. 63-73, Jan 1 2008.
- BARBERO ÁLVAREZ, J.; BARBERO ÁLVAREZ, V. **Efectos del entrenamiento durante una pretemporada en la potencia máxima aeróbica medida mediante dos test de campo progresivos, uno continuo y otro intermitente**. Futsalcoach.com 2007.
- BELL, G. J. et al. Relationship Between Aerobic Fitness and Metabolic Recovery From Intermittent Exercise in Endurance Athletes. **Canadian Journal of Applied Physiology**, v. 22, n. 1, p. 78-85, 1997.
- BLOOMFIELD, D. M. et al. Comparison of spontaneous vs. metronome-guided breathing on assessment of vagal modulation using RR variability. **Am J Physiol Heart Circ Physiol**, v. 280, n. 3, p. H1145-50, Mar 2001.
- BORRESEN, J.; LAMBERT, M. I. Autonomic control of heart rate during and after exercise : measurements and implications for monitoring training status. **Sports Med**, v. 38, n. 8, p. 633-46, 2008.
- BOSQUET, L.; GAMELIN, F. X.; BERTHOIN, S. Reliability of postexercise heart rate recovery. **Int J Sports Med**, v. 29, n. 3, p. 238-43, Mar 2008.
- BOULLOSA, D. A. et al. Cardiac Autonomic Adaptations in Elite Spanish Soccer Players during Pre-season. **Int J Sports Physiol Perform**, Nov 19 2012.
- BUCHHEIT, M. et al. Effect of body posture on postexercise parasympathetic reactivation in men. **Exp Physiol**, v. 94, n. 7, p. 795-804, Jul 2009.
- BUCHHEIT, M. et al. Monitoring endurance running performance using cardiac parasympathetic function. **Eur J Appl Physiol**, v. 108, n. 6, p. 1153-67, Apr 2010.
- BUCHHEIT, M.; GINDRE, C. Cardiac parasympathetic regulation: respective associations with cardiorespiratory fitness and training load. **Am J Physiol Heart Circ Physiol**, v. 291, n. 1, p. H451-8, Jul 2006.

BUCHHEIT, M.; LAURSEN, P. B.; AHMAIDI, S. Parasympathetic reactivation after repeated sprint exercise. **Am J Physiol Heart Circ Physiol**, v. 293, n. 1, p. H133-41, Jul 2007.

BUCHHEIT, M.; LAURSEN, P. B.; AHMAIDI, S. Parasympathetic reactivation after repeated sprint exercise. **Am J Physiol Heart Circ Physiol**, v. 293, n. 1, p. H133-141, July 1, 2007 2007.

BUCHHEIT, M.; LAURSEN, P. B.; AHMAIDI, S. Effect of prior exercise on pulmonary O<sub>2</sub> uptake and estimated muscle capillary blood flow kinetics during moderate-intensity field running in men. **J Appl Physiol**, v. 107, n. 2, p. 460-70, Aug 2009.

BUCHHEIT, M. et al. Exercise-induced plasma volume expansion and post-exercise parasympathetic reactivation. **Eur J Appl Physiol**, v. 105, n. 3, p. 471-81, Feb 2009.

BUCHHEIT, M. et al. Predicting intermittent running performance: critical velocity versus endurance index. **Int J Sports Med**, v. 29, n. 4, p. 307-15, Apr 2008.

BUCHHEIT, M. et al. Cardiorespiratory responses during running and sport-specific exercises in handball players. **J Sci Med Sport**, v. 12, n. 3, p. 399-405, May 2009.

BUCHHEIT, M. et al. Determinants of the variability of heart rate measures during a competitive period in young soccer players. **Eur J Appl Physiol**, v. 109, n. 5, p. 869-78, Jul 2010.

BUCHHEIT, M. et al. Noninvasive assessment of cardiac parasympathetic function: postexercise heart rate recovery or heart rate variability? **Am J Physiol Heart Circ Physiol**, v. 293, n. 1, p. H8-10, Jul 2007.

BUCHHEIT, M. et al. Monitoring changes in physical performance with heart rate measures in young soccer players. **Eur J Appl Physiol**, v. 112, n. 2, p. 711-23, Feb 2012.

BUCHHEIT, M. et al. Physiological and performance adaptations to an in-season soccer camp in the heat: associations with heart rate and heart rate variability. **Scand J Med Sci Sports**, v. 21, n. 6, p. e477-85, Dec 2011.

CARNETHON, M. R. et al. A longitudinal study of physical activity and heart rate recovery: CARDIA, 1987-1993. **Med Sci Sports Exerc**, v. 37, n. 4, p. 606-12, Apr 2005.

COLE, C. R. et al. Heart-rate recovery immediately after exercise as a predictor of mortality. **N Engl J Med**, v. 341, n. 18, p. 1351-7, Oct 28 1999.

CONVERTINO, V. A. Heart rate and sweat rate responses associated with exercise-induced hypervolemia. **Med Sci Sports Exerc**, v. 15, n. 1, p. 77-82, 1983.

COOTE, J. H. Recovery of heart rate following intense dynamic exercise. **Exp Physiol**, v. 95, n. 3, p. 431-40, Mar 2010.

DE OLIVEIRA, T. P. et al. Absence of parasympathetic reactivation after maximal exercise. **Clin Physiol Funct Imaging**, v. 33, n. 2, p. 143-9, Mar 2013.

DE OLIVEIRA, T. P. et al. Influence of Water Intake on Post-Exercise Heart Rate Variability Recovery. **Journal of Exercise Physiology Online**, v. 14, p. 97-105, 2011.

DOGRAMACI, S. N.; WATSFORD, M. L.; MURPHY, A. J. Time-motion analysis of international and national level futsal. **J Strength Cond Res**, v. 25, n. 3, p. 646-51, Mar 2011.

DUPUY, O. et al. Reliability of heart rate measures used to assess post-exercise parasympathetic reactivation. **Clin Physiol Funct Imaging**, v. 32, n. 4, p. 296-304, Jul 2012.

FERNANDES, T. C. et al. Frequência Cardíaca de Recuperação Como Índice de Aptidão Aeróbia. **Revista da Educação Física**, v. 16, n. 2, p. 129-137, 2005.

FREITAS, V. H.; MILOSKI, B.; BARA FILHO, M. G. Quantificação da carga de treinamento através do método da percepção subjetiva do esforço da sessão e desempenho no futsal. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 14, n. 1, p. 73-82, 2012.

GOLDBERGER, J. J. et al. Assessment of parasympathetic reactivation after exercise. **Am J Physiol Heart Circ Physiol**, v. 290, n. 6, p. H2446-52, Jun 2006.

GUJIC, M. et al. Differential effects of metaboreceptor and chemoreceptor activation on sympathetic and cardiac baroreflex control following exercise in hypoxia in human. **J Physiol**, v. 585, n. Pt 1, p. 165-74, Nov 15 2007.

Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. **Eur Heart J**, v. 17, n. 3, p. 354-81, Mar 1996.

HEIDT, R. S., JR. et al. Avoidance of soccer injuries with preseason conditioning. **Am J Sports Med**, v. 28, n. 5, p. 659-62, Sep-Oct 2000.

HYNYNEN, E. et al. Effects of moderate and heavy endurance exercise on nocturnal HRV. **Int J Sports Med**, v. 31, n. 6, p. 428-32, Jun 2010.



IMAI, K. et al. 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, n. 6, p. 1529-35, Nov 15 1994.

IMAI, K. et al. Vagally mediated heart rate recovery after exercise is accelerated in athletes but blunted in patients with chronic heart failure. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 24, n. 6, p. 1529-1535, 1994.

JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L. Practical assessment of body composition. **The Physician and sport medicine**, v. 13, p. 256-262, 1985.

KRAEMER, W. J. et al. Changes in plasma proenkephalin peptide F and catecholamine levels during graded exercise in men. **Proc Natl Acad Sci U S A**, v. 82, n. 18, p. 6349-51, Sep 1985.

LAMBERTS, R. P. et al. Changes in heart rate recovery after high-intensity training in well-trained cyclists. **Eur J Appl Physiol**, v. 105, n. 5, p. 705-13, Mar 2009.

LEGER, L. A.; LAMBERT, J. A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict VO<sub>2</sub> max. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol**, v. 49, n. 1, p. 1-12, 1982.

LIMA, J. R. P.; OLIVEIRA, T. P.; FERREIRA-JUNIOR, A. J. Recuperação autonômica cardíaca pós-exercício: Revisão dos mecanismos autonômicos envolvidos e relevância clínica e desportiva. **Motricidade**, v. 8, n. s2, p. 419-430, 2012.

MASTELARI, R. B. et al. Nitric oxide inhibition in paraventricular nucleus on cardiovascular and autonomic modulation after exercise training in unanesthetized rats. **Brain Res**, v. 1375, p. 68-76, Feb 23 2011.

MIER, C. M. et al. Cardiovascular adaptations to 10 days of cycle exercise. **J Appl Physiol**, v. 83, n. 6, p. 1900-6, Dec 1997.

MORO, V. L. et al. Capacidade anaeróbia em futebolistas de diferentes níveis competitivos: Comparação entre diferentes posições de jogo. **Motricidade**, v. 8, n. 3, p. 71-80, 2012.

NAGASHIMA, J. et al. Dynamic component of sports is an important determinant factor of heart rate recovery. **J Cardiol**, Jun 20 2011.

OLIVEIRA, R. S. et al. Seasonal Changes in Physical Performance and Heart Rate Variability in High Level Futsal Players. **Int J Sports Med**, Nov 9 2012.

OSTOJIC, S. M.; CALLEJA-GONZALEZ, J. Aerobic capacity and ultra short-term heart rate recovery after maximal exercise in sportswomen. **Science & Sports**, v. 25, n. 5, p. 267-271, 2010.

OSTOJIC, S. M. et al. Ultra short-term heart rate recovery after maximal exercise in continuous versus intermittent endurance athletes. **Eur J Appl Physiol**, v. 108, n. 5, p. 1055-9, Mar 2010.

OSTOJIC, S. M.; STOJANOVIC, M. D.; CALLEJA-GONZALEZ, J. Ultra short-term heart rate recovery after maximal exercise: relations to aerobic power in sportsmen. **Chin J Physiol**, v. 54, n. 2, p. 105-10, Apr 30 2011.

PERINI, R. et al. Plasma norepinephrine and heart rate dynamics during recovery from submaximal exercise in man. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol**, v. 58, n. 8, p. 879-83, 1989.

PIERPONT, G. L.; STOLPMAN, D. R.; GORNICK, C. C. Heart rate recovery post-exercise as an index of parasympathetic activity. **Journal of the Autonomic Nervous System**, v. 80, n. 3, p. 169-174, 2000.

RICHARDSON, R. S. et al. Evidence of a secondary hypervolemia in trained man following acute high intensity exercise. **Int J Sports Med**, v. 17, n. 4, p. 243-7, May 1996.

RODRIGUES, V. M. et al. Intensity of official futsal matches. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 25, n. 9, p. 2482–2487, 2011.

ROWELL, L. B. Cardiovascular aspects of human thermoregulation. **Circ Res**, v. 52, n. 4, p. 367-79, Apr 1983.

SOARES, B. H. T. F., H. Análise da distância e intensidade dos deslocamentos numa partida de futsal, nas diferentes posições de jogo. **Revista Brasileira de Educação Física e Esportes**, v. 20, n. 2, p. 93-101, 2006.

SPINA, R. J. et al. Exercise training prevents decline in stroke volume during exercise in young healthy subjects. **J Appl Physiol**, v. 72, n. 6, p. 2458-62, Jun 1992.

STUCKEY, M. I. et al. Autonomic recovery following sprint interval exercise. **Scand J Med Sci Sports**, v. 22, n. 6, p. 756-63, Dec 2012.

TESSITORE, A. et al. Effects of different recovery interventions on anaerobic performances following preseason soccer training. **J Strength Cond Res**, v. 21, n. 3, p. 745-50, Aug 2007.

YAMAMOTO, K. et al. Effects of endurance training on resting and post-exercise cardiac autonomic control. **Med Sci Sports Exerc**, v. 33, n. 9, p. 1496-502, Sep 2001.

ZAVORSKY, G. S. Evidence and possible mechanisms of altered maximum heart rate with endurance training and tapering. **Sports Med**, v. 29, n. 1, p. 13-26, Jan 2000.

Universidade Federal de Juiz de Fora  
Pós-Graduação em Educação Física  
Mestrado em Educação Física

Antônio José Ferreira Júnior

**RECUPERAÇÃO AUTONÔMICA CARDÍACA DE JOGADORES DE FUTSAL**

JUIZ DE FORA, MG

2013

ANTÔNIO JOSÉ FERREIRA JÚNIOR

**RECUPERAÇÃO AUTÔNOMICA CARDÍACA DE JOGADORES DE FUTSAL**

Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em Educação Física da Universidade Federal de Juiz de Fora em associação com a Universidade Federal de Viçosa, área de concentração: Movimento Humano, Saúde e Desempenho, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Roberto Perroux de Lima

JUIZ DE FORA  
2013

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de  
geração automática da Biblioteca Universitária da  
UFJF,  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Ferreira-Junior, Antônio José.  
RECUPERAÇÃO AUTONÔMICA CARDÍACA DE JOGADORES DE FUTSAL /  
Antônio José Ferreira-Junior. -- 2013.  
49 p. : il.

Orientador: Jorge Roberto Perrout de Lima  
Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de  
Juiz de Fora, Universidade Federal de Viçosa, Faculdade de  
Educação Física. Programa de Pós-Graduação em Educação Física, 2013.

1. Controle Autônomo. 2. Recuperação. 3. Treinamento  
Esportivo. 4. Esportes Coletivos. I. Perrout de Lima,  
Jorge Roberto, orient. II. Título.

ANTÔNIO JOSÉ FERREIRA JUNIOR

**RECUPERAÇÃO AUTONÔMICA CARDÍACA DE JOGADORES DE FUTSAL**

Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em Educação Física da Universidade Federal de Juiz de Fora em associação com a Universidade Federal de Viçosa, área de concentração: Movimento Humano, Saúde e Desempenho, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

**Aprovada em**

**BANCA EXAMINADORA**



---

Prof. Dr. Fernando Roberto de Oliveira  
Universidade Federal de Lavras

---

Prof. Dr. Maurício GattásBara Filho  
Universidade Federal de Juiz de Fora

---

Prof. Dr. Jorge Roberto Perrou de Lima - Orientador

Universidade Federal de Juiz de Fora

*Aos meus pais e irmãos, que sempre me apoiaram e me fortaleceram, dedico este trabalho.*



## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, pela Luz e sabedoria em todos os momentos da vida.

Aos meus pais, Antônio José e Fátima Ferreira, pela dedicação que sempre tiveram em me educar e me ensinar sobre respeito, honestidade e companheirismo. Não posso esquecer-me de toda estrutura que eles ofereceram para meus estudos durante todos os dias de minha vida.

Aos meus irmãos, Camila, Paulo Henrique e Flaviane, que sempre compartilharam minhas felicidades e me deram tantas outras.

Aos meus sobrinhos, Antônio Henrique e Laura, por encantar todas as manhãs das minhas férias em casa e nas viagens em família.

Aos meus mestres da Universidade Federal de Lavras, em especial os professores Ms. Alessandro Teodoro Bruzzi, Ms. Marcelo de Castro Teixeira e Dr. Fernando Roberto de Oliveira que me acolheram e me deram toda a orientação necessária no início dessa jornada acadêmica.

Aos docentes da Universidade Federal de Juiz de Fora que me assistiram e me transmitiram ainda mais conhecimento, especialmente o Professor Dr. Jorge Roberto Perrout de Lima, que aceitou o desafio e tão bem soube me orientar.

Aos professores Dr. Maurício Gattas Bara Filho e Dr. Fernando Roberto de Oliveira que, de bom grado, aceitaram participar da minha banca.

Aos amigos da graduação, Patrícia Guimarães, Joilson Meneguci e ao amigo Gabriel Zanetti, por ter feito parte das minhas vivências acadêmicas e pela grande amizade.

Ao Phelipe Henrique Castro, amigo desde a graduação, e ao amigo recente Henrique Junqueira que conviveram comigo debaixo do mesmo teto, aqui em Juiz de Fora, e, por este motivo, me suportaram nesses últimos dois anos.

Aos amigos que fiz aqui, Ruan Nogueira, Francine Andrade, Victor Hugo Freitas, Leonardo Pertence, Edson Campana, Marcelle Ribeiro e ao amigo Tiago, pelo apoio fundamental que me deu nesta dissertação, a todos o meu muito obrigado.

Ao Bernardo Miloski, por possibilitar a coleta de dados em um clube da elite do futsal brasileiro, fortalecendo ainda mais os achados desta edição.

A Rafaela Villanova, por suas correções nas edições em inglês dos trabalhos realizados.

Por fim meus amigos de juventude, em Santana do Jacaré, Talita, Paulo Eduardo, Ana Luiza, Renan e Vinicius Freire, que há continuam presentes em minha vida, partilhando alegrias e tristezas.

A CAPES pela bolsa concedida neste último ano do programa.

“O único homem que nunca comete erros é aquele que nunca faz coisa alguma. Não tenha medo de errar, pois você aprenderá a não cometer duas vezes o mesmo erro.”

[\(Theodore Roosevelt\)](#)



## RESUMO

O futsal é um esporte intermitente com muitas substituições e pausas durante a partida, o que possibilita a recuperação de variáveis fisiológicas durante esses momentos, proporcionando ao jogador, assim, disputar a partida em alta intensidade. O processo de recuperação pós-exercício é mediado por uma complexidade de fenômenos fisiológicos. Devido à diversidade de fenômenos fisiológicos envolvidos na recuperação autonômica cardíaca, tais como, catecolaminas, concentração de lactato, pH, amônia, temperatura, volume plasmático, etc., esse parâmetro tem sido utilizado como um indicador de recuperação no âmbito desportivo. Sabe-se que fatores como aptidão aeróbia e treinamento influenciam na recuperação autonômica cardíaca. Na presente dissertação, focou-se no estudo da recuperação autonômica cardíaca de jogadores de futsal. No primeiro estudo, investigou-se a influência do lastro do treinamento de futsal na recuperação da modulação autonômica cardíaca. Participaram deste estudo jogadores de futsal e indivíduos ativos com praticamente o mesmo nível de aptidão física dos atletas, com  $VO_{2m\acute{a}x}$  de  $49,4 \pm 3,4$  e de  $50,1 \pm 5,8$  ml.kg.min<sup>-1</sup>, respectivamente. Avaliou-se a recuperação da modulação autonômica cardíaca nos cinco primeiros minutos de recuperação com a utilização do índice RMSSD30s normalizado, índice relacionado à atividade vagal. Observou-se que os jogadores de futsal apresentaram recuperação da modulação autonômica maior do que os indivíduos ativos a partir dos 90 s de recuperação ( $\ln RMSSD30s$   $0,84 \pm 0,43$  e  $0,64 \pm 0,17$  ms respectivamente). Neste estudo se observou, também, que os jogadores de futsal apresentaram reativação vagal, enquanto os indivíduos ativos apresentaram supressão vagal durante todos os cinco minutos da recuperação. Conclui-se que o treinamento do futsal, devido à dinâmica do jogo, aprimora a recuperação da modulação autonômica cardíaca. No segundo estudo, investigamos se o treinamento específico de curta duração, a pré-temporada, seria capaz de influenciar a recuperação autonômica cardíaca de jogadores de futsal. Foram avaliados nove jogadores de futsal, antes e após a pré-temporada de quatro semanas. Neste estudo, avaliamos a recuperação do tônus vagal, identificada pela frequência cardíaca de recuperação ( $FC_{rec}$ ) e da modulação autonômica cardíaca, identificada pela recuperação da variabilidade

da frequência cardíaca (recVFC). A  $FC_{rec}$  foi avaliada através dos valores absolutos de cada 30 segundos, enquanto que a recVFC foi avaliada pelo índice  $LnRMSSD_{2-5min}$ . Observou-se que, após a pré-temporada, os atletas diminuíram a  $FC_{máx}$  em 7 bpm, diferença que foi percebida em quase todos os cinco minutos da recuperação. Além disso, a recVFC melhorou após a pré-temporada o  $LnRMSSD_{2-5min}$  no início da pré-temporada era de  $1,00 \pm 0,45$  ms e passou para  $1,29 \pm 0,63$  ms ao final da pré-temporada. Concluiu-se que a pré-temporada de treinamento específico e de curta duração em jogadores de futsal melhorou a recuperação autonômica cardíaca.

Palavras-chave: Controle Autonômico; Recuperação; Treinamento Esportivo; Esportes Coletivos.

## ABSTRACT

Indoor soccer is an intermittent sport with many pauses and substitutions during the match, which allows the recovery of physiological parameters during these moments, providing the player, to play at high intensity. The recovery process after the exercise is mediated by complex physiological phenomena. Due to the diversity of physiological phenomena involved in the recovery cardiac autonomic such as catecholamines, lactate concentration, pH, ammonia, temperature, plasma volume, etc. This parameter has been used as an indicator of recovery in sports. It is known that factors such as aerobic fitness and training influence the cardiac autonomic recovery. This dissertation focused on the study of cardiac autonomic recovery of indoor soccer players. In the first study, we investigated the influence of the coverage indoor soccer training on the recovery of cardiac autonomic modulation. Participated for the study indoor soccer players and active individuals with similar fitness level of athletes with  $VO_{2max}$  of  $49.4 \pm 3.4$  and  $50.1 \pm 5.8$   $ml.kg.min^{-1}$ , respectively. We evaluated the recovery of cardiac autonomic modulation in the first five minutes of recovery using the index RMSSD30s normalized index related to vagal activity. It was observed that the soccer players showed recovery of autonomic modulation greater than active individuals from the 90 s recovery ( $LnRMSSD30s$   $0.84 \pm 0.43$  and  $0.64 \pm 0.17$  ms respectively). In this study it was also noted that the soccer players showed vagal reactivation, as the active subjects had vagal suppression during all five minutes of recovery. We conclude that the training of indoor soccer, due to the dynamics of the game, improves recovery of cardiac autonomic modulation. In the second study, we investigated whether the specific training of short duration, the preseason, could influence the recovery of cardiac autonomic of futsal players. We evaluated nine players of indoor soccer, before and after the preseason of four weeks. In this study, we evaluated the recovery of vagal tone, identified by recovery heart rate (HRrec) and cardiac autonomic modulation, identified by the recovery of heart rate variability (rechRV). The HRrec was evaluated by the absolute values of every 30 seconds, while rechRV was evaluated by the index  $LnRMSSD_{2.5min}$ . It was observed that after the preseason, athletes decreased in HRmax 7 bpm, difference has been seen in almost all five minutes of recovery. Moreover,

recHRV improved after the preseason  $\ln\text{RMSSD}_{2-5\text{min}}$  early preseason was  $1.00 \pm 0.45$  ms and increased to  $1.29 \pm 0.63$  ms at the end of the preseason. It was concluded that specific and short-period preseason training in indoor soccer players improved cardiac autonomic recovery.

Keywords: Autonomic Control; Recovery, Sports Training; Team Sports.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Figura 1-</b> Dinâmica da recuperação do LnRMSSD30s de Jogadores de Futsal (JF) e indivíduos ativos (IA).....       | <b>28</b> |
| <b>Figura 2-</b> Valores absolutos da frequência cardíaca durante a recuperação antes e ao final da pré-temporada..... | <b>39</b> |
| <b>Figura 3-</b> Valores do LnRMSSD <sub>2-5min</sub> antes e ao final da pré-temporada.....                           | <b>40</b> |

## LISTA DE TABELAS

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Tabela 1-</b> Caracterização antropométrica e resultados do teste máximo.....   | <b>27</b> |
| <b>Tabela 2-</b> Semana típica do programa de treinamento na pré-temporada.....  | <b>34</b> |
| <b>Tabela 3-</b> Características dos sujeitos antes e ao final da pré-temporada<br>(média ±<br>DP).....                    | <b>37</b> |
| <b>Tabela 4-</b> Variabilidade da frequência cardíaca de repouso antes e ao final da<br>pré-temporada (média ±<br>SD)..... | <b>38</b> |

## SUMÁRIO

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | CONTEXTUALIZAÇÃO .....   | 18 |
| 2     | DESENVOLVIMENTO.....   | 23 |
| 2.1   | Estudo 1 - Recuperação da modulação vagal autonômica cardíaca de jogadores de futsal e de indivíduos ativos..... | 23 |
| 2.1.1 | Introdução .....   | 23 |
| 2.1.2 | Métodos .....  | 24 |
| 2.1.4 | Análise estatística.....   | 26 |
| 2.1.5 | Resultados.....  | 26 |
| 2.1.6 | Discussão .....  | 28 |
| 2.1.7 | Limitações.....  | 30 |
| 2.1.8 | Implicação Prática .....   | 30 |
| 2.1.9 | Conclusão.....   | 31 |
| 2.2   | Estudo 2 –Efeito da pré-temporada na melhora da recuperação autonômica cardíaca de jogadores de Futsal.....      | 32 |
| 2.2.1 | Introdução .....   | 32 |
| 2.2.2 | Métodos .....  | 33 |
| 2.2.3 | Análise Estatística .....  | 36 |
| 2.2.4 | Resultados.....  | 37 |
| 2.2.5 | Discussão .....  | 40 |
| 2.2.6 | Aplicações Práticas.....   | 43 |
| 3     | Considerações finais.....  | 44 |
|       | Referências .....  | 46 |

## 1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O Futsal é um esporte de características intermitentes, disputado em intensidades de esforço próximas à máxima (i.e. 85% - 92% da Frequência Cardíaca máxima) (BARBERO-ALVAREZ et al., 2008; RODRIGUES et al., 2011). Durante a partida, as ações são realizadas em três zonas de intensidade distintas: sendo 83% do tempo total em intensidade muito vigorosa, 16% em intensidade moderado e somente 0,3% em baixa intensidade (BARBERO-ALVAREZ et al., 2008). Além disso, os jogadores percorrem distâncias de 2500 a 4300 metros (DOGRAMACI; WATSFORD; MURPHY, 2011; SOARES, 2006). O número ilimitado de substituições e as pausas durante a partida (i.e. tempo técnico, saída de bola e intervalo entre os tempos) totalizam 45% do tempo total de jogo (RODRIGUES et al., 2011) e podem proporcionar tempo suficiente para recuperação após os períodos jogados em alta intensidade.

O processo de recuperação pós-exercício é mediado por uma complexidade de fenômenos fisiológicos (BUCHHEIT; LAURSEN; AHMAIDI, 2007; COOTE, 2010; IMAI et al., 1994). Devido à influência de diversos fenômenos fisiológicos envolvidos na recuperação autonômica cardíaca, tais como, remoção de catecolaminas, lactato e amônia; redução dopH; e normalização da temperatura e volume plasmático (COOTE, 2010; LIMA; OLIVEIRA; FERREIRA-JUNIOR, 2012), tem-se dado muita importância para a utilização deste parâmetro como um bom indicador de recuperação no âmbito desportivo (BUCHHEIT et al., 2008; BUCHHEIT; LEPRETRE; et al., 2009; BUCHHEIT; MENDEZ-VILLANUEVA; et al., 2010; OSTOJIC et al., 2010; OSTOJIC; STOJANOVIC; CALLEJA-GONZALEZ, 2011).

A regulação autonômica cardíaca é controlada pela complexa interação entre os ramos simpáticos e parassimpáticos do sistema nervoso autonômico (SNA)(Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology, 1996). Imediatamente após o exercício, tem-se a cessação dos inputs oriundos do comando central e dos mecanorreceptores da musculatura esquelética resultando na reativação vagal (BUCHHEIT et al., 2010; COOTE, 2010; IMAI,

K. et al., 1994); esta fase é conhecida como fase rápida da recuperação autonômica cardíaca. Em uma segunda fase, há a remoção dos metabólitos oriundos da contração muscular promovida ao longo do exercício (lactato, H<sup>+</sup>, ADP, P<sub>i</sub>) e das catecolaminas circulantes e o restabelecimento da temperatura corporal, culminando com a retirada simpática (BUCHHEIT et al., 2007). Esta fase é conhecida como fase lenta da recuperação autonômica cardíaca.

A análise da recuperação da frequência cardíaca (FC<sub>rec</sub>) e da variabilidade da frequência cardíaca (RecVFC) são métodos não invasivos capazes de avaliar a recuperação autonômica cardíaca (BUCHHEIT et al., 2007).

A FC<sub>rec</sub> tem sido medida de diversas formas. A mais conhecida é por meio da quantificação da diferença absoluta entre a FC no pico do exercício e a FC após um período fixo de recuperação (COLE et al., 1999; COOTE, 2010; OSTOJIC et al., 2011). A maioria dos estudos utiliza um intervalo entre 30 e 120 segundos para o cálculo deste índice ( $\Delta 30s$ ,  $\Delta 60s$  e  $\Delta 120s$ ). Além da utilização dos deltas, outra forma corriqueiramente reportada é a expressão dos valores absolutos de um determinado espaço de tempo (30s, 60s, 90s, 120s, etc.) (BOSQUET; GAMELIN; BERTHOIN, 2008; DUPUY et al., 2012; OSTOJIC; CALLEJA-GONZALEZ, 2010; OSTOJIC et al., 2010; STUCKEY et al., 2012), apresentando maior reprodutibilidade de medida do que a expressão dos resultados em deltas (BOSQUET et al., 2008). Entretanto, ajustes exponenciais ou logaritmos também têm sido propostos (BUCHHEIT; GINDRE, 2006; IMAI, KATSUJI et al., 1994; PERINI et al., 1989). Nesse sentido, outros dois índices comumente usados são: T30, que representa a recíproca negativa da inclinação da reta de regressão dos logaritmos naturais da FC correspondente a cada intervalo R-R nos trinta primeiros segundos de recuperação (IMAI et al., 1994) e; HRR<sub>T</sub>, calculado pela constante de tempo de decaimento da FC, após ajuste exponencial (PERINI et al., 1989; PIERPONT; STOLPMAN; GORNICK, 2000). Já que a queda da FC imediatamente após o exercício pode ser atribuída, com grande influência da reativação parassimpática (IMAI et al., 1994; PIERPONT et al., 2000), os índices de recuperação da FC de curta duração ( $\Delta 30s$ ,  $\Delta 60s$  e T30) podem ser considerados marcadores da reativação vagal pós-exercício (BUCHHEIT et al.,

2007). Já o índice  $HRR_T$ , por avaliar todo o período de recuperação da FC pós-exercício, tem sido considerado um marcador de avaliação da reativação vagal e da retirada simpática pós-exercício (BUCHHEIT et al., 2007).

Recentemente a recVFC, outra forma de avaliar o controle autonômico de recuperação, tem ganhado muita força no âmbito esportivo (BUCHHEIT et al., 2009; BUCHHEIT et al., 2012; BUCHHEIT et al., 2011). Esse crescimento se deu posteriormente ao trabalho de Goldeberger et al. (2006); nesse estudo, por meio de bloqueio farmacológico, os autores propuseram que a curva de iRR poderia ser dividida em *janelamentos* curtos, assim ele utilizou *janelamentos* do índice RMSSD (raiz quadrada média da diferença entre os iNN sucessivos) em janelas de 30s (RMSSD30s), mostrando correlações com a atividade vagal. A partir deste estudo foi proposto a utilização do índice RMSSD30s como índice de reativação vagal pós-exercício. Embora apenas *janelamentos* mais curtos do RMSSD sejam validados para a utilização no momento não estacionário da recuperação pós-exercício (primeiros 5 minutos pós-exercício) outra forma comumente utilizado, é média dos 3 últimos minutos do período de 5 minutos da recuperação pós-exercício (BUCHHEIT et al., 2009; BUCHHEIT et al., 2010).

Recentemente vários estudos têm demonstrado que a recuperação autonômica pode ser uma grande aliada para avaliação, prescrição e monitoramento do treinamento para treinadores, preparados e fisiologistas, onde têm sido demonstrada tanto a importância de se utilizar a  $FC_{rec}$  (BORRESEN; LAMBERT, 2008; BUCHHEIT; GINDRE, 2006; BUCHHEIT et al., 2007; LAMBERTS et al., 2009; OSTOJIC; CALLEJA-GONZALEZ, 2010; OSTOJIC et al., 2011), quanto a recVFC (BUCHHEIT et al., 2009; BUCHHEIT et al., 2010; BUCHHEIT; MENDEZ-VILLANUEVA; et al., 2010; BUCHHEIT et al., 2012; BUCHHEIT et al., 2011; DE OLIVEIRA et al., 2013; DE OLIVEIRA et al., 2011).

Ostojic; Calleja-Gonzalez (2010) e Ostojic; Stojanovic (2011), trabalhando com atletas de alto rendimento, divididos em dois grupos, de acordo com a sua aptidão aeróbia, observaram que atletas com maior aptidão aeróbia possuem melhor  $FC_{rec}$  após o esforço máximo. A  $FC_{rec}$  também tem

sido correlacionada com o treinamento físico. Assim, em um estudo longitudinal, de base populacional, Carnethon et al. (2005) observaram que o treinamento físico regular aprimora a  $FC_{rec}$ . Em outro estudo, Yamamoto et al. (2001), encontraram melhoria  $FC_{rec}$  após um programa de treinamento aeróbico de alta intensidade (80% do  $VO_{2máx}$ ). Nesse estudo, surpreendentemente, os autores observaram que as melhorias na  $FC_{rec}$  já se mostraram evidentes com uma semana de treinamento físico, indicando que as adaptações autonômicas relacionadas à  $FC_{rec}$  são rapidamente promovidas pelo treinamento físico. Este achado foi confirmado por Lamberts et al. (2009) em um contexto esportivo, ao verificarem que, após 5 sessões de treinamento físico de alta intensidade, ciclistas de alto rendimento já apresentavam maior  $FC_{rec}$  após um exercício (contra-relógio) de 40 km. Buchheit; Gindre (2006) contribuíram para este entendimento, à medida que encontraram correlação da carga de treinamento físico com a  $FC_{rec}$ . Neste estudo, indivíduos submetidos à maiores cargas de treinamento físico apresentaram maior  $FC_{rec}$  após o exercício máximo. Portanto, a  $FC_{rec}$  tem se mostrado um bom instrumento para controle da carga de treinamento físico e para o acompanhamento do desempenho de atletas. Também tem sido observada associação entre o tipo de esporte (NAGASHIMA et al., 2011) e sua dinâmica (OSTOJIC et al., 2010) e a  $FC_{rec}$ . Nagashima et al. (2011) encontraram maior  $FC_{rec}$  em atletas praticantes de modalidades esportivas de alta intensidade em comparação àqueles praticantes de modalidades esportivas menos intensas. Já em relação à dinâmica do esporte, Ostojic et al. (2010) verificaram que atletas de esportes de características intermitentes apresentavam maior  $FC_{rec}$  do que atletas de resistência aeróbica.

Em relação a  $recVFC$ , recentemente Buchheit et al. (2010) demonstraram que, após três semanas de treinamento durante a temporada competitiva em jovens atletas sub15 e sub17, a  $recVFC$  aumentou e esse aumento teve correlação com o aumento no consumo máximo de oxigênio. Neste sentido, após 3-4 meses de treinamento em jovens jogadores de futebol, Buchheit et al. (2012) observaram que após esse período a maioria dos atletas teve um aumento na  $recVFC$ , sendo esse aumento, em média, de 10%. Além disso, os atletas que apresentaram melhora na  $recVFC$  apresentaram, também, melhora significativa no teste de Vam-Eval. Além do treinamento físico, outros

fatores têm sido determinantes para aprimorar a recVFC, como tem sido a posição da recuperação (BUCHHEIT et al., 2009), a imersão hídrica (AL HADDAD et al., 2010) e a ingestão hídrica (DE OLIVEIRA et al., 2011). Outro fator de importância observado em relação à recVFC é que, após exercício máximo, os indivíduos apresentaram supressão da modulação vagal (DE OLIVEIRA et al., 2013).

Neste contexto, devido à característica intermitente do futsal, às altas demandas fisiológicas e aos momentos de recuperação de uma partida, possivelmente, os jogadores de futsal apresentem melhor modulação vagal do que indivíduos com a mesma aptidão física, porém não praticantes de futsal. Além disso, supõe-se que os curtos períodos preparatórios do futsal com altas cargas de treinamento visando aprimorar as características desportivas (FREITAS; MILOSKI; BARA FILHO, 2012) possam provocar alterações na recuperação autonômica cardíaca.

Desde modo o presente trabalho tem como objetivos: 1) investigar a influência do treinamento em jogadores de futsal, comparando a sua recuperação medida pela modulação autonômica cardíaca com a de seus pares não atletas, porém com mesmo nível de aptidão física. 2) investigar o efeito da pré-temporada sobre a recuperação autonômica cardíaca após exercício máximo. Para alcançar tais objetivos, foram realizados dois estudos:

- 1- **Recuperação da modulação vagal autonômica cardíaca de jogadores de futsal e de indivíduos ativos**
- 2- **Efeito da pré-temporada na melhora da recuperação autonômica cardíaca de jogadores de Futsal**



## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 Estudo 1 - Recuperação da modulação vagal autonômica cardíaca de jogadores de futsal e de indivíduos ativos

#### 2.1.1 Introdução

A recuperação da modulação autonômica cardíaca é controlada pela interação dos ramos simpáticos e vagal (BUCHHEIT et al., 2007). Vários estudos tem utilizado a recuperação da variabilidade da frequência cardíaca (recVFC) como ferramenta para avaliar a modulação autonômica cardíaca (BUCHHEIT et al., 2009; BUCHHEIT et al., 2009; BUCHHEIT et al., 2007; DE OLIVEIRA et al., 2013; DE OLIVEIRA et al., 2011)

Sabe-se que a recuperação da modulação autonômica cardíaca depende da intensidade do exercício a que o atleta é submetido (BUCHHEIT et al., 2007; HYNYNEN et al., 2010). Exercícios com intensidades próximas a máxima provocam supressão vagal durante a recuperação, devido a grande produção de metabólitos (DE OLIVEIRA et al., 2013), enquanto que, em exercícios de intensidades moderadas a produção de metabólitos é menor o que contribui para acelerar a recuperação autonômica cardíaca (BUCHHEIT et al., 2007). Embora seja conhecido que exercícios de intensidade submáxima proporcionem recuperação autonômica cardíaca mais rápida, os estudos atuais que investigam o efeito do treinamento em atletas de modalidades coletivas sobre a recuperação autonômica cardíaca, o fazem após exercício de intensidade moderado (i.e, 9 km.h<sup>-1</sup>) (BUCHHEIT et al., 2010; BUCHHEIT et al., 2012; BUCHHEIT et al., 2011).

Além de sofrer influência da intensidade, a capacidade aeróbia também mostrou influenciar a recuperação autonômica cardíaca (BUCHHEIT et al., 2012; FERNANDES et al., 2005). Deste modo, indivíduos com capacidade aeróbia maior apresentam melhor recuperação autonômica cardíaca.

Devido à característica do futsal de ser de um esporte intermitente de alta intensidade, os estudos com recuperação após exercícios submáximos não têm refletido a realidade do futsal. Além disso, uma vez que a capacidade aeróbia influencia na recuperação, é importante saber se indivíduos com o mesmo nível de aptidão aeróbia, mas com treinamento específico no futsal apresentam recuperação autonômica melhor.

Desde modo, o presente estudo tem como objetivo investigar a influência do treinamento em jogadores de futsal e comparar a sua recuperação com a de seus pares não atletas com mesmo nível de aptidão física.

## **2.1.2 Métodos**

### **2.1.2.1 Sujeitos**

Para compor o grupo de atletas, foram avaliados 9 jogadores da elite do futsal (JF) brasileiro, com mais de 5 anos de treinamento, e outros 9 indivíduos ativos (IA) com o mesmo consumo máximo de oxigênio, respectivamente,  $49,4 \pm 3,4$  e  $50,1 \pm 5,8$  ml.kg.min<sup>-1</sup> (para equiparar os grupos pelo nível de aptidão aeróbia). A fim de se evitar o efeito agudo do treinamento, a coleta de dados dos jogadores de futsal foi realizada antes do início da pré-temporada. Todos os sujeitos foram orientados a não praticar exercício físico exaustivo, tampouco ingerir bebidas alcoólicas nas 24 horas antes do início da avaliação. Foram excluídos da amostra fumantes, pessoas com qualquer disfunção cardíaca e indivíduos que estivessem fazendo uso de qualquer medicamento. Os sujeitos foram informados dos procedimentos do estudo. O presente estudo seguiu as recomendações da declaração de Helsinki 2008.

### **2.1.2.2 Protocolo**

O experimento foi realizado em uma única sessão, no período da tarde (14:00-16:00 h). A avaliação antropométrica (altura e massa corporal) foi realizada antes do teste progressivo. O teste de multiestágio de shuttle-run proposto por Leger e Lambert (1982) foi utilizado para avaliar o consumo

máximo de oxigênio e  $FC_{máx}$  durante o teste. O protocolo do teste consistiu de corrida de 20 metros em sentido vai-e-vem com velocidade inicial de  $8 \text{ km.h}^{-1}$ , estágios de 1 minuto e incremento de  $0,5 \text{ km.h}^{-1}$ . A distância foi demarcada por meio de cones e a velocidade do teste, regulada por bip sonoro produzido pelo CD Multistage Fitness Test®. O teste era interrompido quando o atleta não conseguia mais acompanhar o ritmo (i.e. chegar a dois metros de distância do cone em 2 ocasiões seguidas). As trocas gasosas foram registradas em média a cada 20 segundos por calorimetria indireta de circuito aberto (K4b2, Cosmed®) durante todos os testes. Imediatamente após o teste, os indivíduos sentavam-se em uma cadeira, onde realizaram recuperação passiva por 5 minutos. A FC foi registrada continuamente, batimento-a-batimento, durante o teste progressivo e a recuperação, pelo o monitor Polar RS800cx®. Para ser considerado exercício máximo, o valor do quociente respiratório que ser maior ou igual a 1,1, a  $FC_{máx}$  atingida no teste maior ou igual a 90%  $FC_{máx}$  predita pela idade ( $220 - \text{idade}$ ), além de o sujeito apresentar uma exaustão voluntária máxima.

#### 2.1.2.3 Transmissão dos dados, processamento do sinal e análise da FC e VFC

Após o registro da FC, foi feita a transmissão dos dados captados (pelo cardiofrequencímetro) para um computador por meio de interface com dispositivo infravermelho. Os dados foram transferidos para o software Polar PrecisionPerformance® para inspeção visual dos intervalos RR (iRR), filtragem do sinal e cálculo dos valores de FC (exercício e recuperação). Posteriormente, os dados foram enviados para o software Matlab 6.0 para o cálculo da VFC.

#### 2.1.3.4 Análise da VFC repouso e recuperação

Para análise do repouso da VFC (repVFC) foi utilizado o índice RMSSD considerando-se os 5 minutos finais do período de repouso. Já a análise da recVFC, devido ao comportamento não-estacionário do sinal neste período, foi

realizada a partir de uma rotina executada no aplicativo Matlab® 6.0, o *janelamentode* 30 s da série temporal e o cálculo do índice RMSSD30s durante os 5 minutos após o exercício (GOLDBERGER et al., 2006).

#### **2.1.4 Análise estatística**

Os dados são apresentados em média  $\pm$  desvio padrão. Para análise da distribuição dos dados, foi realizado o teste de Shapiro-Wilk. Para comparação dos valores de recVFC, foi utilizada a análise de variância para medidas repetidas, com post-hoc de Tukey. Para avaliar possíveis diferenças na caracterização da amostra foi utilizado o teste “t” de *Student*. Para todos os testes, o nível de significância adotado foi de 5%. Os dados foram analisados usando o software SPSS® 20.0.

#### **2.1.5 Resultados**

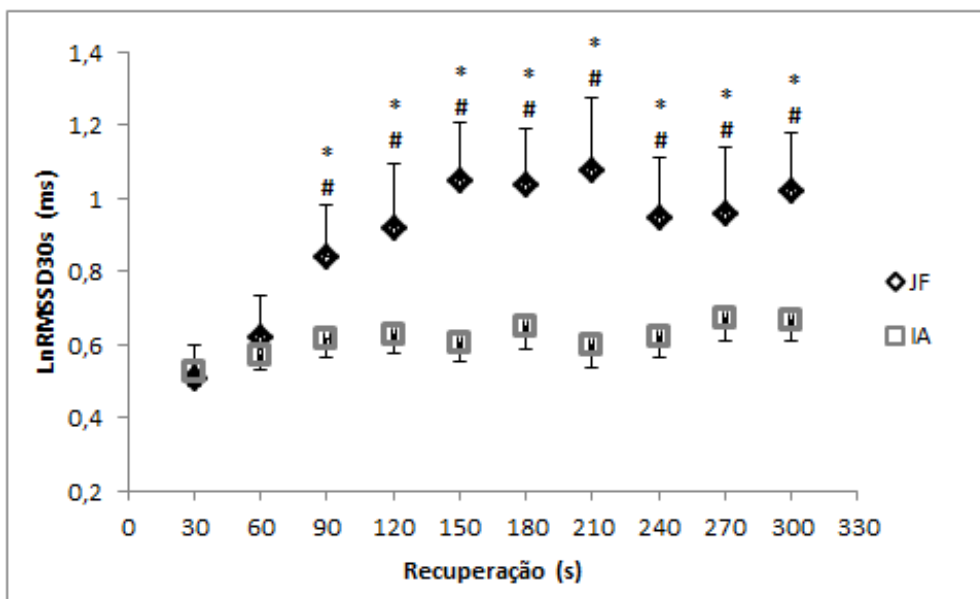
Na Tabela 1, são apresentadas as características dos jogadores de futsal (JF) e dos indivíduos ativos (IA). Pode-se observar que apenas a idade e a repVFC apresentaram diferença ( $p < 0,05$ ) entre os grupos. Todas as outras variáveis não apresentam diferença entre os grupos.

**Tabela 1:** Caracterização antropométrica e resultados do teste máximo

|   | Jogadores de Futsal | Indivíduos Ativos |
|---|---------------------|-------------------|
| Idade (anos)                                    | 27,4 ± 6,3          | 21, 3 ± 1,2*      |
| Massa Corporal (Kg)                             | 73,6 ± 6,2          | 72,8 ± 5,4        |
| Estatura (m)                                    | 1,73 ± 0,3          | 1,78 ± 0,1        |
| IMC (kg.m <sup>-2</sup> )                       | 24,8 ± 2,5          | 22,8 ± 2,1        |
| FC <sub>máx</sub> (bpm)                         | 194 ± 8             | 192 ± 2           |
| VO <sub>2</sub> máx (ml.kg. min <sup>-1</sup> ) | 49,4 ± 3,4          | 50,1 ± 5,8        |
| PV (km <sup>-1</sup> )                          | 12,9 ± 0,8          | 12,4 ± 0,8        |
| repRMSSD  | 1,44 ± 0,2          | 1,64 ± 0,2*       |

\*p&lt;0,05

Na Figura 1, é apresentada a recuperação do índice LnRMSSD30s de ambos os grupos. Pode-se perceber que, a partir dos 90 s de recuperação, ambos os grupos apresentam diferenças significativas nos índices de recuperação (p<0,05). Além disto, o grupo de IA não apresenta reativação da modulação vagal, enquanto os JF apresentam reativação a partir dos 90 s.



**Figura 1:** Dinâmica da recuperação do LnRMSSD30s de Jogadores de Futsal (JF) e indivíduos ativos (IA)

# diferença significativa ( $p < 0,05$ ) em relação aos 30 primeiros segundos.

\*Diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre indivíduos ativos e jogadores de futsal.

### 2.1.6 Discussão

Este é o primeiro estudo a avaliar o comportamento da recuperação da modulação vagal autonômica cardíaca em jogadores de elite do futsal. Os principais achados do presente estudo foram que, atletas de futsal apresentam recuperação da modulação vagal autonômica cardíaca mais rápida que indivíduos ativos com o mesmo nível de aptidão aeróbia. Além disto, indivíduos ativos apresentaram supressão da modulação vagal durante todos os cinco minutos da recuperação, enquanto os atletas de futsal apresentaram supressão somente até os 60 segundos da recuperação, sendo que, a partir dos 90 segundos, esses atletas já apresentavam reativação vagal.

No presente estudo, os indivíduos dos dois grupos apresentaram comportamento similar ao final do teste, onde não se obtiveram diferenças significativas nas variáveis  $FC_{máx}$ ,  $VO_{2máx}$  e PV, mostrando que ambos os grupos possuíam a mesma aptidão aeróbia, diferindo apenas na recuperação da modulação vagal autonômica cardíaca.

Estudo anterior com atletas de esporte intermitente evidenciou que estes atletas apresentam melhor recuperação do tônus vagal quando comparados com atletas com o mesmo nível de aptidão aeróbia (OSTOJIC et al., 2010). No teste realizado por Ostojic et al. (2010), comparando a recuperação de atletas de esporte intermitente com atletas de modalidades aeróbias contínuas, os autores constataram que os atletas de esportes intermitentes apresentaram melhor recuperação do tônus vagal nos 20 primeiros segundos da recuperação. Segundo esses autores, atletas de esportes intermitentes apresentam melhor recuperação do tônus vagal devido à característica desse esporte de apresentar intervalos de 30 segundos entre as atividades, período em que os atletas aprimoraram a capacidade de recuperação. Possivelmente, os atletas de futsal têm melhor recuperação após 60 segundos, devido ao fato de que, em grande parte do jogo, os jogadores têm esse intervalo de tempo para se recuperarem (substituições, tempo técnico e intervalo entre os tempos).

Embora existam na literatura estudos que demonstrem que o treinamento intermitente desenvolve recuperação autonômica maior do que outros tipos de treinamento (BUCHHEIT et al., 2009; LAMBERTS et al., 2009; OSTOJIC et al., 2010), os estudos desses autores avaliaram o tônus vagal, ou seja, a recuperação da FC, enquanto o presente estudo avaliou a recuperação da modulação vagal, representado pelo índice RMSSD30s da recVFC. Provavelmente, a melhor recuperação da modulação vagal é resultado da melhor adaptação dos atletas à alta intensidade do treino de resistência intermitente de jogadores de futsal (BOSQUET et al., 2008; LAMBERTS et al., 2009).

Em relação à reativação da modulação vagal encontrada nos atletas de futsal e suprimida em indivíduos ativos, recentemente, De Oliveira et al. (2013) demonstraram que, após o teste máximo, há supressão da reativação vagal, provavelmente provocada pelas altas concentrações de metabolitos e de catecolaminas no exercício máximo (BUCHHEIT et al., 2007; COOTE, 2010), além disso, PIERPONT et al. (2000) observaram grande presença de metabolismo anaeróbico. No entanto, devido às altas demandas das partidas de esportes intermitentes, os atletas de elite, apresentam alta capacidade

anaeróbia (MORO et al., 2012) e melhor recuperação de lactato após estímulos máximos (BELL et al., 1997).

### **2.1.7 Limitações**

Embora o presente estudo seja o único a avaliar a recuperação da modulação vagal autonômica cardíaca existem algumas limitações, a saber: o baixo número amostral pode levar a subestimativas das diferenças amostrais. No entanto devido à dificuldade de se avaliar equipes de alto rendimento, este estudo dá um grande passo para conhecimento do comportamento da recuperação da modulação vagal autonômica de jogadores de futsal. Além disso, o presente estudo não analisou nenhuma variável de capacidade anaeróbia, no entanto os pressupostos apresentados foram feitos com base na associação entre a recVFC e variáveis relacionados à capacidade anaeróbia de atletas (BUCHHEIT et al., 2007; BUCHHEIT; LAURSEN; AHMAIDI, 2009; BUCHHEIT et al., 2007).

Além disso, não se pode afirmar claramente se esses resultados foram exclusivos do treinamento específico do futsal, ou se os atletas de futsal têm uma predisposição para se recuperar melhor do que indivíduos ativos, mas que não são atletas.

### **2.1.8 Implicação Prática**

Com base nos nossos resultados, podemos afirmar que, embora o consumo máximo de oxigênio seja uma boa ferramenta para avaliar atletas de futsal, a recuperação da modulação vagal autonômica mostrou ser uma ferramenta adicional e prática na avaliação destes desportistas. Futuras investigações deverão avaliar o efeito do treinamento da temporada sobre a recuperação da modulação vagal autonômica cardíaca.



### **2.1.9 Conclusão**

Os resultados deste estudo sugerem que atletas de futsal apresentam melhor capacidade de recuperação da modulação vagal autonômica cardíaca após exercício máximo e também reativação vagal nos primeiros minutos da recuperação. A rápida recuperação pode ter sido adquirida pela adaptação do sistema nervoso autonômico desses atletas submetidos por muitos anos ao treinamento intermitente.

## **2.2 Estudo 2 –Efeito da pré-temporada na melhora da recuperação autonômica cardíaca de jogadores de Futsal**

### **2.2.1 Introdução**

Nos esportes coletivos, a pré-temporada têm sido importante para aprimorar a força e diminuir a massa de gordura corporal (ARGUS et al., 2010; TONG; MAYES 2002; ARGUS et al., 2010), melhorar a aptidão aeróbia(BOULLOSA et al., 2012) e a capacidade de executar sprints repetidos (TESSITORE et al., 2007). Além disso, tem-se demonstrado também a diminuição no número de lesões em atletas após a pré-temporada (HEIDT et al., 2000). No Futsal, durante a pré-temporada, tem-se uma intensificação da carga de treinamento, visando uma adaptação positiva dos parâmetros fisiológicos (FREITAS et al., 2012). Recentemente, Oliveira et al. (2012) demonstraram melhora no desempenho e no controle autonômico de repouso após a pré-temporada de jogadores de futsal.

Recentemente, vários estudos têm demonstrado que o treinamento aprimora a recuperação autonômica cardíaca de atletas (BUCHHEIT et al., 2010; BUCHHEIT et al., 2012; BUCHHEIT et al., 2011; LAMBERTS et al., 2009). No entanto, estes estudos não foram realizados após pré-temporada, que principalmente no futsal, tem um tempo muito reduzido, de 4 a 5 semanas de treinamento. Além disto, os estudos realizados com atletas de modalidade intermitente avaliaram a recuperação autonômica após estímulos submáximos, o que difere da realidade do futsal.

Assim sendo, devido às características intermitentes e de alta intensidade do futsal, o treinamento deveria ser específico para desenvolver a capacidade de recuperação após esforços de altas intensidades. Visto que a pré-temporada é um período muito curto e a recuperação autonômica tem se mostrado um fator importante durante a partida, o presente estudo teve como objetivo investigar o efeito da pré-temporada sobre a recuperação autonômica cardíaca após exercício máximo.

## 2.2.2 Métodos

### 2.2.2.1 Abordagem experimental

Os jogadores de Futsal foram avaliados em duas ocasiões na temporada de 2012. A primeira avaliação foi feita após cinco semanas de destreino, antes da pré-temporada (APT), a segunda, ao final da pré-temporada (FPT). Seguiram-se os seguintes procedimentos: 1) avaliação antropométrica na sala de avaliação do clube, em seguida os atletas se deslocaram até o ginásio onde realizaram 2) a avaliação do controle autonômico de repouso (sentados em uma cadeira por 10 minutos) 3) exercício máximo e imediatamente após 4) recuperação passiva na posição sentada, por mais 5 minutos para avaliação do controle autonômico de recuperação. Todas as avaliações foram realizadas no mesmo período para cada jogador. Após a pré-temporada os atletas repetiram as mesmas avaliações. A pré-temporada teve duração de cinco semanas. O teste de exercício máximo foi realizado em um ginásio cujo piso era familiar aos jogadores. Para isso os mesmos trajavam roupa de treinamento e tênis adequado para a prática de futsal.

### 2.2.2.2 Sujeitos

Nove jogadores de Futsal de alto rendimento do sexo masculino ( $27,4 \pm 6,3$  anos e  $172,9 \pm 3,0$ cm de altura) pertencentes a um time da Liga Nacional de Futsal (Primeira Divisão Brasileira), com experiência em treinamento regular no Futsal de, no mínimo cinco anos, foram voluntários no estudo. O estudo foi aprovado pelo comitê de ética e realizado conforme as recomendações do Conselho Nacional de Saúde (Resolução 196/96) para pesquisa com seres humanos.

### 2.2.2.3 Procedimentos

#### 2.2.2.4 *Treinamento da pré-temporada*

Durante as cinco semanas da pré-temporada, o treinamento foi constituído de duas sessões de treino diárias, sendo uma no período da manhã e outra no período da tarde ( $\approx$  6 dias/semana). O objetivo da pré-temporada foi aprimorar as características físicas e as habilidades táticas e técnicas dos jogadores. Na Tabela 2, é apresentada uma semana típica de treinamento.

**Tabela 2-** Semana típica do programa de treinamento na pré-temporada

|       | Segunda        | Terça          | Quarta         | Quinta         | Sexta          | Sábado         | Domingo |
|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------|
| Manhã | Técnico        | Técnico-tático | Tático         | Velocidade     | Técnico-tático | Técnico-tático | Folga   |
|       | Força          |                | Força          | Técnico-tático | Força          |                |         |
| Tarde | Velocidade     | Aeróbio        | Sensório motor | Aeróbio        | Técnico-tático | Folga          | Folga   |
|       | Técnico-tático |                | Flexibilidade  |                |                |                |         |

#### 2.2.2.5 *Avaliação Antropométrica*

A massa corporal foi mensurada utilizando a balança digital (Filizola) e o percentual de gordura estimado a partir da equação proposta por Jackson e Pollock (1985). Três medidas das dobras cutâneas: peitoral, axilar média, subescapular, tricipital, supra-íliaca, abdominal e da coxa foram realizadas utilizando adipômetro científico (Lange, Inglaterra), retirando-se a mediana para cada uma delas.

#### 2.2.2.6 *Avaliação da Frequência Cardíaca e Variabilidade de Frequência Cardíaca de repouso*

O controle autonômico de repouso foi avaliado de maneira indireta por meio da VFC e da FC, medidas durante 10 minutos de repouso, com o atleta sentado e com respiração espontânea (BLOOMFIELD et al., 2001). Os

iRR foram registrados com a utilização do cardiofrequencímetro Polar RS800cx® (Polar Electro Oy, Finland), com uma frequência de amostragem de 1000 Hz e transmitidos para um computador, por meio de interface com dispositivo infravermelho e do software Polar Pro Trainer® (v. 5.0, Polar Inc., Kempele, Finland). Posteriormente, esses dados foram exportados para o software Kubios HRV analysis® (v. 2.0, BiomedicalSignalAnalysisGroup, Department of Applied Physics, University of Kuopio, Finland) para análise do domínio do tempo e da frequência da VFC (TASK-FORCE 1996). A VFC e a FC foram analisadas nos 5 minutos finais. No domínio do tempo, foram calculados dois índices: a média dos iRR e a raiz média quadrática da diferença entre os iRR sucessivos (RMSSD), que reflete a modulação vagal. No domínio da frequência, os componentes oscilatórios foram divididos em suas bandas espectrais HF (componente de alta frequência; 0,15-0,4 Hz) e LF (componente de baixa frequência; 0,04-0,15 Hz), utilizando o algoritmo *Fast Fourier Transform* (FFT). Os valores absolutos foram expressos em  $\text{ms}^2$ , enquanto as unidades normalizadas foram calculadas como área da banda de frequência, menos a VLF (componente de muito baixa frequência <0,04 Hz). A banda HF reflete a modulação vagal, enquanto a LF indica, tanto atividade parassimpática, quanto atividade simpática. Já a razão LF/HF é utilizada como indicador de balanço simpátovagal (Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology, 1996).

#### 2.2.2.7 Teste máximo

O teste de multiestágio de shuttle-run proposto por Leger e Lambert (1982) foi utilizado para avaliar o consumo máximo de oxigênio ( $\text{VO}_2\text{máx}$ ), a  $\text{FC}_{\text{máx}}$  e Pico de Velocidade (PV). O protocolo do teste consiste de corrida de 20 metros em sentido vai-e-vem com velocidade inicial de  $8 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ , estágios de 1 minuto e incremento de  $0,5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ . A distância foi demarcada com cones e a velocidade do teste foi regulada por bip sonoro produzido pelo CD Multistage Fitness Test (Sports Coach®). O teste foi interrompido quando o atleta não

conseguia acompanhar esse ritmo (i.e. chegar a dois metros de distância do cone em 2 ocasiões seguidas). As trocas gasosas foram registradas em médias a cada 20 segundos por calorimetria indireta de circuito aberto (K4b2, Cosmed, Roma, Itália) durante todos os testes. O aparelho foi operado por pesquisadores experientes. Antes de cada teste, o sistema de análise de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> era calibrado utilizando-se o ar ambiente e amostras de gás com concentrações conhecidas (15,98 % de O<sub>2</sub> e 5,05 % de CO<sub>2</sub>). O consumo máximo de oxigênio foi definido como a maior média de 20 segundos observada durante o teste de Leger e Lambert (1982). A velocidade do último estágio completo foi adotada como Pico de Velocidade (PV). Para ser considerado exercício máximo, o valor do quociente respiratório que ser maior ou igual a 1,1, a FC<sub>máx</sub> atingida no teste maior ou igual a 90% FC<sub>máx</sub> predita pela idade (220-idade), além de o sujeito apresentar uma exaustão voluntária máxima.

#### 2.2.2.8 *Avaliação da recuperação da Frequência cardíaca e da Variabilidade da Frequência Cardíaca*

Imediatamente após o teste máximo, os atletas ficaram sentados em recuperação passiva por 5 minutos (BUCHHEIT et al., 2012). Para análise da recuperação da FC<sub>rec</sub>, foram utilizados os valores absolutos de FC nos momentos de 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270 e 300 s (OSTOJIC et al., 2011). Para análise da VFC, na recuperação, foi utilizada a média do índice RMSSD nos três últimos minutos dos 5 minutos do período de recuperação após o teste de máximo (BUCHHEIT et al., 2009; BUCHHEIT et al., 2010).

#### 2.2.3 **Análise Estatística**

Os valores das variáveis são apresentados em média  $\pm$  desvio padrão. A ANOVA de *Two Way* para medidas repetidas seguida do teste post-hoc com correção de Bonferroni foram utilizados para comparar as variáveis FC e VFC nos diferentes momentos da recuperação. O teste “t” de *Student* para amostras dependentes foi utilizado para comparar os momentos antes e final da pré-

temporada para as variáveis de VFC e FC de repouso,  $FC_{máx}$ , percentual de gordura (gordura %), massa corporal (MC), PV e  $VO_{2máx}$ . O nível de significância adotado foi de 5%. Devido a não normalidade dos índices de VFC, LF, HF e  $RMSSD_{2-5min}$ , estes foram transformados em logaritmos naturais para permitir a utilização de estatísticas paramétricas. O tamanho do efeito (TE) foi calculado e interpretado conforme proposto por Hopkins ([www.sportsci.org/resource/stats/](http://www.sportsci.org/resource/stats/)): <0,2: *Trivial*; 0,2 – 0,6: *Pequeno*; 0,6 – 1,2: *Moderado*; 1,2 - 2,0: *Grande*; >2,0 *Muito grande*. Os dados foram analisados usando o software SPSS® 20.0 (Statistical Package for Social Science for Windows).

## 2.2.4 Resultados

Na Tabela 3, é apresentada a caracterização dos jogadores de futsal antes e ao final da pré-temporada. Observa-se que as variáveis massa corporal, gordura % e FCrep não modificaram ao final da pré-temporada ( $p < 0,05$ ). Enquanto que houve melhora significativa na  $FC_{máx}$ , PV e  $VO_{2máx}$  ao final da pré-temporada ( $p < 0,05$ ) mostrando a efetividade do treinamento da pré-temporada para estas variáveis.

**Tabela 3-** Características dos sujeitos antes e ao final da pré-temporada (média  $\pm$  DP)

|   | APT            | FPT             | TE                        |
|---|----------------|-----------------|---------------------------|
| Massa Corporal (kg)                                   | 73,3 $\pm$ 7,8 | 72,7 $\pm$ 6,4  | 0,10 ( <i>trivial</i> )   |
| Gordura %   | 10,8 $\pm$ 5,3 | 9,3 $\pm$ 3,8   | 0,30 ( <i>pequeno</i> )   |
| FCrep (bpm)   | 82 $\pm$ 4     | 78 $\pm$ 6      | 1,00 ( <i>moderado</i> )  |
| $FC_{máx}$ (bpm)                                      | 194 $\pm$ 7    | 186 $\pm$ 8*    | 1,14 ( <i>grande</i> )    |
| PV (km.h <sup>-1</sup> )                              | 12,8 $\pm$ 0,8 | 13,3 $\pm$ 0,6* | -0,62 ( <i>moderado</i> ) |
| $VO_{2máx}$ (ml.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> ) | 49,7 $\pm$ 3,5 | 56,7 $\pm$ 4,4* | -2,00 ( <i>Grande</i> )   |

\* $p < 0,05$  – comparação entre o início e final da pré-temporada. TE: tamanho do efeito (<0,2 trivial, > 0,2 - 0,6 pequeno, >0,6 - 1,1 moderado, >1,1 – 2,0 grande, >2,0 muito grande).

Na Tabela 4, são apresentados os valores de VFC de repouso dos jogadores de futsal. Não houve melhora significativa de iRR, RMSSD, LF e HF ao final da pré-temporada ( $p < 0,05$ ). Enquanto que houve melhora significativa nos índices LFnu, HFnu e LF/HF ( $p < 0,05$ ).

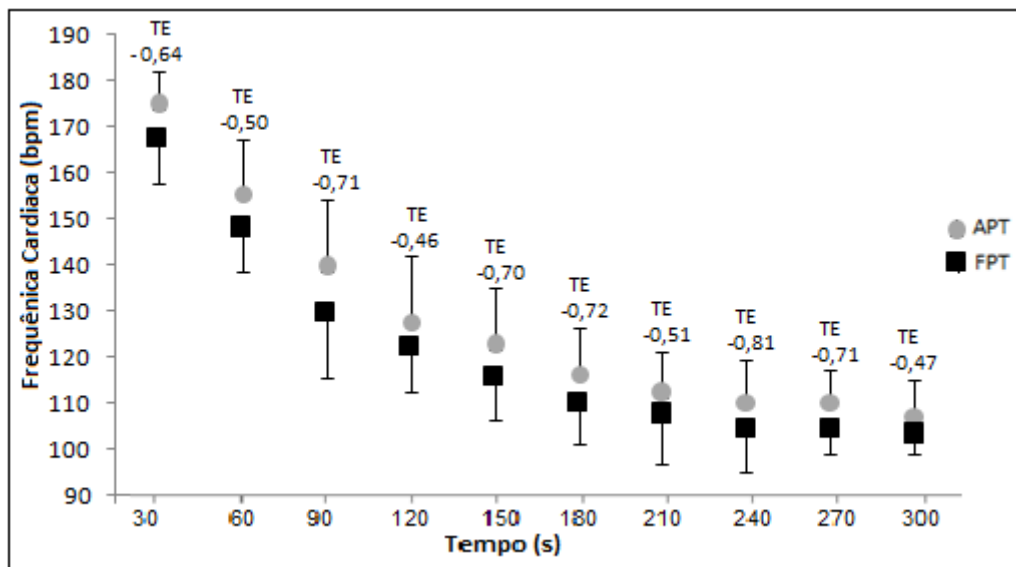
**Tabela 4** - Variabilidade da frequência cardíaca de repouso antes e ao final da pré-temporada (média  $\pm$  DP).

|                       | APT             | FPT            | TE                            |
|-----------------------|-----------------|----------------|-------------------------------|
| iRR (ms)              | 740 $\pm$ 35    | 784 $\pm$ 61   | -1,25 ( <i>grande</i> )       |
| RMSSD (ms)            | 30,8 $\pm$ 12,5 | 36,5 $\pm$ 17  | -0,45 ( <i>pequeno</i> )      |
| LF (ms <sup>2</sup> ) | 2133 $\pm$ 1824 | 1507 $\pm$ 866 | 0,34 ( <i>pequeno</i> )       |
| HF (ms <sup>2</sup> ) | 414 $\pm$ 303   | 490 $\pm$ 383  | -0,25 ( <i>pequeno</i> )      |
| LFnu                  | 85 $\pm$ 2      | 78 $\pm$ 9*    | 3,50 ( <i>muito grande</i> )  |
| HFnu                  | 15 $\pm$ 3      | 22 $\pm$ 10*   | -2,30 ( <i>muito grande</i> ) |
| LF/HF                 | 6,7 $\pm$ 1,5   | 4,4 $\pm$ 2,2* | 1,50 ( <i>grande</i> )        |

\* $p < 0,05$  – comparação entre o início e final da pré-temporada. TE: tamanho do efeito (<0,2 trivial, > 0,2 - 0,6 pequeno, >0,6 - 1,1 moderado, >1,1 – 2,0 grande, >2,0 muito grande).

Na Figura 2, são apresentados os valores de  $FC_{rec}$  no início e ao final da pré-temporada. Os valores  $FC_{rec}$  não apresentaram diferenças significativas ao final da pré-temporada em relação ao início ( $p < 0,05$ ), mas o valor médio TE foi moderado (-0,62), mostrando que a pré-temporada provocou alterações moderadas.

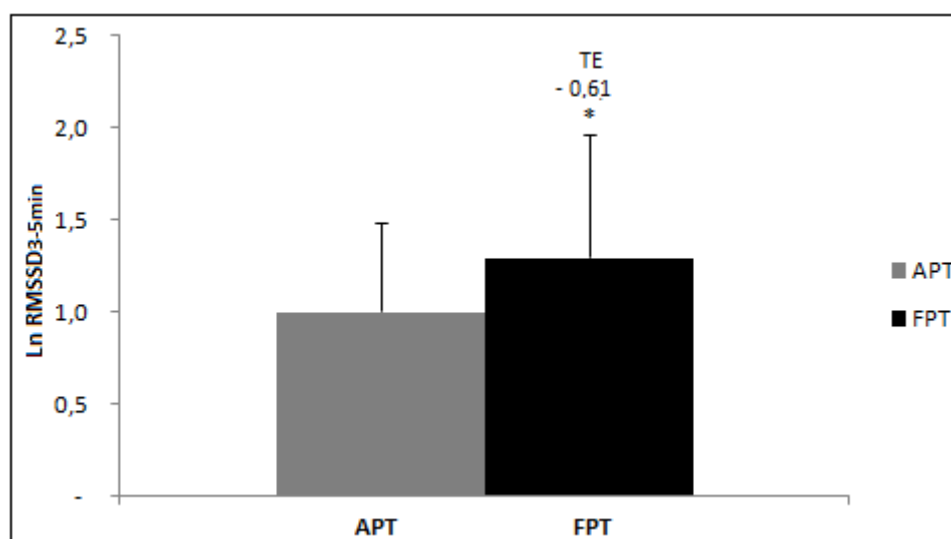




**Figura 2:** Valores absolutos da frequência cardíaca durante a recuperação antes e ao final da pré-temporada.

TE: tamanho do efeito (<0,2 trivial, > 0,2 - 0,6 pequeno, >0,6 - 1,1 moderado, >1,1 – 2,0 grande, >2,0 muito grande).

Na Figura 2, são apresentados os valores de recuperação do  $\text{RMSSD}_{2-5\text{min}}$  antes e ao final da pré-temporada. Pode-se observar melhora no índice com o treinamento da pré-temporada, mostrando um efeito positivo do treinamento.



**Figura 3:** Valores do LnRMSSD<sub>2-5min</sub> antes e ao final da pré-temporada.

\* $p < 0,05$  – comparação entre o início e final da pré-temporada. TE: tamanho do efeito (<0,2 trivial, > 0,2 - 0,6 pequeno, >0,6 - 1,1 moderado, >1,1 – 2,0 grande, >2,0 muito grande).

### 2.2.5 Discussão

Este estudo é o primeiro a avaliar o efeito da pré-temporada sobre a recuperação autonômica cardíaca após exercício máximo em jogadores da elite do futsal. O principal achado do estudo foi a melhora na recuperação autonômica cardíaca após o período da pré-temporada. Além disto, como demonstrado por Oliveira et al. (2012) o treinamento da pré-temporada provocou alterações positivas na VFC de repouso. A aptidão aeróbia, assim como reportada por Barbero-Alvarez et al. (2007) e Oliveira et al. (2012) também apresentou alterações com o treinamento da pré-temporada. Essa melhora na VFC de repouso e  $VO_{2máx}$  e PV demonstraram que o treinamento da pré-temporada foi eficiente e provocou as alterações já esperadas.

No presente estudo, ao final da pré-temporada, os atletas apresentaram redução de 7bpm na  $FC_{máx}$ . Existem algumas evidências anteriores que apontam uma redução na  $FC_{máx}$  após o treinamento (CONVERTINO, 1983; MIER et al., 1997; SPINA et al., 1992). Possivelmente, esta redução está

associada ao aumento na sensibilidade do barorreflexo, diminuindo a ação simpática durante o exercício (ZAVORSKY, 2000). Durante quase todo o período de recuperação, esta diferença de 7bpm foi mantida. Embora trabalhos anteriores tenham apresentado redução na  $FC_{máx}$  com o treinamento, não foi encontrado nenhum trabalho relatando que a  $FC_{rec}$  após cinco minutos acompanhava tal diferença.

A  $FC_{rec}$  apresentou melhora moderado após o período da pré-temporada. Deve-se destacar que a os primeiros momentos da  $FC_{rec}$  são mediados pela reentrada parassimpática (IMAI et al., 1994). Posteriormente, ocorre a remoção dos metabólitos produzidos pela contração muscular (i.e., lactato,  $H^+$ , Pi) e das catecolaminas circulantes, promovendo a restauração do pH sanguíneo (BUCHHEIT et al., 2007; COOTE, 2010; PERINI et al., 1989). Essas ações provocam queda lenta e sustentada da FC, mediada pela integração da reativação parassimpática e retirada simpática sobre o coração (LIMA et al., 2012). Embora não mensuramos todos estes parâmetros, podemos especular, com base em trabalhos anteriores, que o treinamento aprimora a remoção de metabólicos (ZOUHAL et al., 2007) e catecolaminas circulantes (KRAEMER et al., 1985), além disto, observamos maior reativação vagal após a pré-temporada ( $\ln RMSSD_{2-5min}$  APT  $1,00 \pm 0,45 \text{ ms}^2$  - FPT  $1,29 \pm 0,63 \text{ ms}^2$ ). Deste modo, a integração destes fatores possivelmente levou à redução da  $FC_{rec}$  ao final da pré-temporada. No Futsal, a diminuição da  $FC_{rec}$  é importante para o jogador, uma vez que, nos momentos de pausa, a recuperação mais rápida faz com que ele esteja apto para o retorno à quadra em menor tempo.

Em relação à VFC de recuperação, encontramos maiores valores de  $RMSSD_{2-5min}$  após a pré-temporada, indicando maior reativação vagal após o exercício máximo (GOLDBERGER et al., 2006). Embora não esteja claro, alguns mecanismos podem ser elencados para explicar tal achado. No presente estudo, além da melhoria da VFC de recuperação, os atletas também apresentaram melhora no índice HFnu de repouso após o período da pré-temporada. Tais resultados estão relacionados à maior atividade parassimpática (Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. Task Force of the European Society of

Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology, 1996).

Além do mecanismo supramencionado, evidências anteriores demonstraram que a VFC de recuperação está associada ao volume plasmático (BUCHHEIT et al., 2009). Portanto, o aumento do volume plasmático induzido pelo treinamento (BUCHHEIT et al., 2009; RICHARDSON et al., 1996) poderia explicar, pelo menos parcialmente, a melhora na reativação parassimpática encontrada no presente estudo. Outros mecanismos tais como melhora da sensibilidade barorreflexa (BUCHHEIT et al., 2007), diminuição da ativação quimiorreflexa (GUJIC et al., 2007) ou mesmo a resposta termorregulatória (ROWELL, 1983) mais eficiente podem também estar por trás dos achados. No entanto, os métodos utilizados pelo presente estudo impedem que tais questões possam ser comprovadas.

A utilização da VFC de recuperação pode fornecer informações relevantes sobre a eficiência do programa de treinamento (BUCHHEIT et al., 2010; BUCHHEIT et al., 2007), já que o aumento da modulação vagal cardíaca indica maior capacidade adaptativa do coração (IMAI et al., 1994), com aplicação potencial no âmbito do treinamento esportivo. Para os jogadores de futsal é importante a melhora na reativação vagal, pois essa condição representa uma atenuação do stress cardíaco pós-exercício (GOLDBERGER et al., 2006), além de refletir melhor adaptação ao exercício (IMAI et al., 1994). Deste modo, o treinamento da pré-temporada proporciona ao atleta maior prontidão para retornar à quadra, após os momentos de pausas no decorrer da partida. Embora outros estudos tenham demonstrado melhora da reativação parassimpática com o treinamento (BUCHHEIT et al., 2010; BUCHHEIT et al., 2012; BUCHHEIT et al., 2011) avaliaram a VFC após um exercício submáximo. Como o futsal é um esporte de esforços próximos ao máximo, o protocolo do presente estudo possui maior validade ecológica, alcançando resultados mais próximos aos que se observam durante os jogos.

Conclui-se que o treinamento da pré-temporada em jogadores de futsal provoca alterações positivas na  $FC_{rec}$  e VFC após exercício máximo. A melhora

da recuperação pode contribuir para que o jogador, durante a partida esteja apto em menor tempo a novos estímulos.

### **2.2.6 Aplicações Práticas**

Devido à importância de se recuperar mais rapidamente durante os esforços sucessivos em uma partida de futsal, é aconselhável que os preparadores físicos e técnicos utilizem a recuperação autonômica cardíaca após teste máximo como uma ferramenta de avaliação da capacidade de recuperação de seus atletas. Além disto, esta capacidade se mostrou suscetível aos efeitos da pré-temporada, assim como as variáveis relacionadas à aptidão aeróbia e o controle autonômico cardíaco de repouso. Recomenda-se aos treinadores e preparadores físicos analisar os valores absolutos da FC e a VFC de recuperação após esforço máximo em jogadores de futsal, pois essas variáveis se mostraram suscetíveis aos efeitos do treinamento da pré-temporada.

### 3 Considerações finais

O estudo da recuperação autonômica vem sendo foco de grandes investigações recentemente no âmbito desportivo. Devido à facilidade de mensuração das variáveis envolvidas relacionadas ao treinamento físico, vários estudos buscaram compreender melhor o comportamento desta variável em diversas modalidades coletivas e suas influências na recuperação autonômica. No entanto, estes trabalhos não o fizeram após o exercício máximo característico destas modalidades.

No artigo 1 do presente estudo avaliamos o efeito do treinamento específico de cinco anos de jogadores de futsal na recuperação da modulação autonômica cardíaca, comparando jogadores de futsal com indivíduos saudáveis do mesmo nível de aptidão física. Observamos que o treinamento do futsal realizado nos atletas por mais de cinco anos aprimorou a recuperação autonômica cardíaca dos jogadores de futsal a partir dos 90 s de recuperação, além disso estes atletas tem a capacidade de reativar o ramo parassimpático após os mesmos 90 s de recuperação, enquanto os indivíduos ativos apresentaram uma supressão vagal durante todo os 5 minutos da recuperação.

Visto a influência do treinamento específico do futsal com mais de cinco anos de treinamento, investigou-se, no artigo 2, se o treinamento de curta duração e específico para a temporada seria capaz de aprimorar a recuperação autonômica dos atletas de futsal. Foi possível avaliar que a pré-temporada nos atletas, provocaram alterações importantes na recuperação autonômica cardíaca de jogadores de futsal.

A partir desses achados, é aconselhado aos treinadores e preparadores físicos inserir a utilização de avaliações do comportamento da recuperação autonômica em sua rotina de avaliações fisiológicas. Devido à facilidade de mensuração, baixo custo e os resultados encontrados, a  $FC_{rec}$  e  $recVFC$  mostraram-se úteis nas rotinas desses profissionais. Deve-se salientar que com os dados apresentados nos recomendamos a utilização da  $FC_{rec}$  em valores absolutos, pois esta medida mostrou ser uma medida treinável e assim como as demais variáveis mais tradicionais, como VFC de repouso, FC de

repouso, consumo máximo de oxigênio. Além disso, o recVFC também se credenciou como uma ferramenta importante e de baixo custo para avaliação destes atletas. Devemos ressaltar que os preparadores físicos, fisiologistas e treinadores do futsal, devem analisar estas ferramentas após o exercício máximo, a fim de se aproximar o máximo possível da realidade de uma partida de futsal.

## Referências

AL HADDAD, H. et al. Effect of cold or thermoneutral water immersion on post-exercise heart rate recovery and heart rate variability indices. **Auton Neurosci**, v. 156, n. 1-2, p. 111-6, Aug 25 2010.

ARGUS, C. K. et al. Effects of a short-term pre-season training programme on the body composition and anaerobic performance of professional rugby union players. **J Sports Sci**, v. 28, n. 6, p. 679-86, Apr 2010.

BARBERO-ALVAREZ, J. C. et al. Match analysis and heart rate of futsal players during competition. **J Sports Sci**, v. 26, n. 1, p. 63-73, Jan 1 2008.

BARBERO ÁLVAREZ, J.; BARBERO ÁLVAREZ, V. **Efectos del entrenamiento durante una pretemporada en la potencia máxima aeróbica medida mediante dos test de campo progresivos, uno continuo y otro intermitente**. Futsalcoach.com 2007.

BELL, G. J. et al. Relationship Between Aerobic Fitness and Metabolic Recovery From Intermittent Exercise in Endurance Athletes. **Canadian Journal of Applied Physiology**, v. 22, n. 1, p. 78-85, 1997.

BLOOMFIELD, D. M. et al. Comparison of spontaneous vs. metronome-guided breathing on assessment of vagal modulation using RR variability. **Am J Physiol Heart Circ Physiol**, v. 280, n. 3, p. H1145-50, Mar 2001.

BORRESEN, J.; LAMBERT, M. I. Autonomic control of heart rate during and after exercise : measurements and implications for monitoring training status. **Sports Med**, v. 38, n. 8, p. 633-46, 2008.

BOSQUET, L.; GAMELIN, F. X.; BERTHOIN, S. Reliability of postexercise heart rate recovery. **Int J Sports Med**, v. 29, n. 3, p. 238-43, Mar 2008.

BOULLOSA, D. A. et al. Cardiac Autonomic Adaptations in Elite Spanish Soccer Players during Pre-season. **Int J Sports Physiol Perform**, Nov 19 2012.

BUCHHEIT, M. et al. Effect of body posture on postexercise parasympathetic reactivation in men. **Exp Physiol**, v. 94, n. 7, p. 795-804, Jul 2009.

BUCHHEIT, M. et al. Monitoring endurance running performance using cardiac parasympathetic function. **Eur J Appl Physiol**, v. 108, n. 6, p. 1153-67, Apr 2010.

BUCHHEIT, M.; GINDRE, C. Cardiac parasympathetic regulation: respective associations with cardiorespiratory fitness and training load. **Am J Physiol Heart Circ Physiol**, v. 291, n. 1, p. H451-8, Jul 2006.



BUCHHEIT, M.; LAURSEN, P. B.; AHMAIDI, S. Parasympathetic reactivation after repeated sprint exercise. **Am J Physiol Heart Circ Physiol**, v. 293, n. 1, p. H133-41, Jul 2007.

BUCHHEIT, M.; LAURSEN, P. B.; AHMAIDI, S. Parasympathetic reactivation after repeated sprint exercise. **Am J Physiol Heart Circ Physiol**, v. 293, n. 1, p. H133-141, July 1, 2007 2007.

BUCHHEIT, M.; LAURSEN, P. B.; AHMAIDI, S. Effect of prior exercise on pulmonary O<sub>2</sub> uptake and estimated muscle capillary blood flow kinetics during moderate-intensity field running in men. **J Appl Physiol**, v. 107, n. 2, p. 460-70, Aug 2009.

BUCHHEIT, M. et al. Exercise-induced plasma volume expansion and post-exercise parasympathetic reactivation. **Eur J Appl Physiol**, v. 105, n. 3, p. 471-81, Feb 2009.

BUCHHEIT, M. et al. Predicting intermittent running performance: critical velocity versus endurance index. **Int J Sports Med**, v. 29, n. 4, p. 307-15, Apr 2008.

BUCHHEIT, M. et al. Cardiorespiratory responses during running and sport-specific exercises in handball players. **J Sci Med Sport**, v. 12, n. 3, p. 399-405, May 2009.

BUCHHEIT, M. et al. Determinants of the variability of heart rate measures during a competitive period in young soccer players. **Eur J Appl Physiol**, v. 109, n. 5, p. 869-78, Jul 2010.

BUCHHEIT, M. et al. Noninvasive assessment of cardiac parasympathetic function: postexercise heart rate recovery or heart rate variability? **Am J Physiol Heart Circ Physiol**, v. 293, n. 1, p. H8-10, Jul 2007.

BUCHHEIT, M. et al. Monitoring changes in physical performance with heart rate measures in young soccer players. **Eur J Appl Physiol**, v. 112, n. 2, p. 711-23, Feb 2012.

BUCHHEIT, M. et al. Physiological and performance adaptations to an in-season soccer camp in the heat: associations with heart rate and heart rate variability. **Scand J Med Sci Sports**, v. 21, n. 6, p. e477-85, Dec 2011.

CARNETHON, M. R. et al. A longitudinal study of physical activity and heart rate recovery: CARDIA, 1987-1993. **Med Sci Sports Exerc**, v. 37, n. 4, p. 606-12, Apr 2005.

COLE, C. R. et al. Heart-rate recovery immediately after exercise as a predictor of mortality. **N Engl J Med**, v. 341, n. 18, p. 1351-7, Oct 28 1999.

CONVERTINO, V. A. Heart rate and sweat rate responses associated with exercise-induced hypervolemia. **Med Sci Sports Exerc**, v. 15, n. 1, p. 77-82, 1983.

COOTE, J. H. Recovery of heart rate following intense dynamic exercise. **Exp Physiol**, v. 95, n. 3, p. 431-40, Mar 2010.

DE OLIVEIRA, T. P. et al. Absence of parasympathetic reactivation after maximal exercise. **Clin Physiol Funct Imaging**, v. 33, n. 2, p. 143-9, Mar 2013.

DE OLIVEIRA, T. P. et al. Influence of Water Intake on Post-Exercise Heart Rate Variability Recovery. **Journal of Exercise Physiology Online**, v. 14, p. 97-105, 2011.

DOGRAMACI, S. N.; WATSFORD, M. L.; MURPHY, A. J. Time-motion analysis of international and national level futsal. **J Strength Cond Res**, v. 25, n. 3, p. 646-51, Mar 2011.

DUPUY, O. et al. Reliability of heart rate measures used to assess post-exercise parasympathetic reactivation. **Clin Physiol Funct Imaging**, v. 32, n. 4, p. 296-304, Jul 2012.

FERNANDES, T. C. et al. Frequência Cardíaca de Recuperação Como Índice de Aptidão Aeróbia. **Revista da Educação Física**, v. 16, n. 2, p. 129-137, 2005.

FREITAS, V. H.; MILOSKI, B.; BARA FILHO, M. G. Quantificação da carga de treinamento através do método da percepção subjetiva do esforço da sessão e desempenho no futsal. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 14, n. 1, p. 73-82, 2012.

GOLDBERGER, J. J. et al. Assessment of parasympathetic reactivation after exercise. **Am J Physiol Heart Circ Physiol**, v. 290, n. 6, p. H2446-52, Jun 2006.

GUJIC, M. et al. Differential effects of metaboreceptor and chemoreceptor activation on sympathetic and cardiac baroreflex control following exercise in hypoxia in human. **J Physiol**, v. 585, n. Pt 1, p. 165-74, Nov 15 2007.

Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. **Eur Heart J**, v. 17, n. 3, p. 354-81, Mar 1996.

HEIDT, R. S., JR. et al. Avoidance of soccer injuries with preseason conditioning. **Am J Sports Med**, v. 28, n. 5, p. 659-62, Sep-Oct 2000.

HYNYNEN, E. et al. Effects of moderate and heavy endurance exercise on nocturnal HRV. **Int J Sports Med**, v. 31, n. 6, p. 428-32, Jun 2010.

IMAI, K. et al. 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, n. 6, p. 1529-35, Nov 15 1994.

IMAI, K. et al. Vagally mediated heart rate recovery after exercise is accelerated in athletes but blunted in patients with chronic heart failure. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 24, n. 6, p. 1529-1535, 1994.

JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L. Practical assessment of body composition. **The Physician and sport medicine**, v. 13, p. 256-262, 1985.

KRAEMER, W. J. et al. Changes in plasma proenkephalin peptide F and catecholamine levels during graded exercise in men. **Proc Natl Acad Sci U S A**, v. 82, n. 18, p. 6349-51, Sep 1985.

LAMBERTS, R. P. et al. Changes in heart rate recovery after high-intensity training in well-trained cyclists. **Eur J Appl Physiol**, v. 105, n. 5, p. 705-13, Mar 2009.

LEGER, L. A.; LAMBERT, J. A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict VO<sub>2</sub> max. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol**, v. 49, n. 1, p. 1-12, 1982.

LIMA, J. R. P.; OLIVEIRA, T. P.; FERREIRA-JUNIOR, A. J. Recuperação autonômica cardíaca pós-exercício: Revisão dos mecanismos autonômicos envolvidos e relevância clínica e desportiva. **Motricidade**, v. 8, n. s2, p. 419-430, 2012.

MASTELARI, R. B. et al. Nitric oxide inhibition in paraventricular nucleus on cardiovascular and autonomic modulation after exercise training in unanesthetized rats. **Brain Res**, v. 1375, p. 68-76, Feb 23 2011.

MIER, C. M. et al. Cardiovascular adaptations to 10 days of cycle exercise. **J Appl Physiol**, v. 83, n. 6, p. 1900-6, Dec 1997.

MORO, V. L. et al. Capacidade anaeróbia em futebolistas de diferentes níveis competitivos: Comparação entre diferentes posições de jogo. **Motricidade**, v. 8, n. 3, p. 71-80, 2012.

NAGASHIMA, J. et al. Dynamic component of sports is an important determinant factor of heart rate recovery. **J Cardiol**, Jun 20 2011.

OLIVEIRA, R. S. et al. Seasonal Changes in Physical Performance and Heart Rate Variability in High Level Futsal Players. **Int J Sports Med**, Nov 9 2012.

OSTOJIC, S. M.; CALLEJA-GONZALEZ, J. Aerobic capacity and ultra short-term heart rate recovery after maximal exercise in sportswomen. **Science & Sports**, v. 25, n. 5, p. 267-271, 2010.

OSTOJIC, S. M. et al. Ultra short-term heart rate recovery after maximal exercise in continuous versus intermittent endurance athletes. **Eur J Appl Physiol**, v. 108, n. 5, p. 1055-9, Mar 2010.

OSTOJIC, S. M.; STOJANOVIC, M. D.; CALLEJA-GONZALEZ, J. Ultra short-term heart rate recovery after maximal exercise: relations to aerobic power in sportsmen. **Chin J Physiol**, v. 54, n. 2, p. 105-10, Apr 30 2011.

PERINI, R. et al. Plasma norepinephrine and heart rate dynamics during recovery from submaximal exercise in man. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol**, v. 58, n. 8, p. 879-83, 1989.

PIERPONT, G. L.; STOLPMAN, D. R.; GORNICK, C. C. Heart rate recovery post-exercise as an index of parasympathetic activity. **Journal of the Autonomic Nervous System**, v. 80, n. 3, p. 169-174, 2000.

RICHARDSON, R. S. et al. Evidence of a secondary hypervolemia in trained man following acute high intensity exercise. **Int J Sports Med**, v. 17, n. 4, p. 243-7, May 1996.

RODRIGUES, V. M. et al. Intensity of official futsal matches. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 25, n. 9, p. 2482–2487, 2011.

ROWELL, L. B. Cardiovascular aspects of human thermoregulation. **Circ Res**, v. 52, n. 4, p. 367-79, Apr 1983.

SOARES, B. H. T. F., H. Análise da distância e intensidade dos deslocamentos numa partida de futsal, nas diferentes posições de jogo. **Revista Brasileira de Educação Física e Esportes**, v. 20, n. 2, p. 93-101, 2006.

SPINA, R. J. et al. Exercise training prevents decline in stroke volume during exercise in young healthy subjects. **J Appl Physiol**, v. 72, n. 6, p. 2458-62, Jun 1992.

STUCKEY, M. I. et al. Autonomic recovery following sprint interval exercise. **Scand J Med Sci Sports**, v. 22, n. 6, p. 756-63, Dec 2012.

TESSITORE, A. et al. Effects of different recovery interventions on anaerobic performances following preseason soccer training. **J Strength Cond Res**, v. 21, n. 3, p. 745-50, Aug 2007.

YAMAMOTO, K. et al. Effects of endurance training on resting and post-exercise cardiac autonomic control. **Med Sci Sports Exerc**, v. 33, n. 9, p. 1496-502, Sep 2001.

ZAVORSKY, G. S. Evidence and possible mechanisms of altered maximum heart rate with endurance training and tapering. **Sports Med**, v. 29, n. 1, p. 13-26, Jan 2000.