

Fatores de carga externa e interna associados com a percepção subjetiva de esforço no futebol de elite

Autores

Pedro Miguel Moreira Oliveira e Silva¹; Romeu Mendes²; Pedro Santos³; José Mário Rocha

psilv@fade.up.pt

Resumo

Este estudo teve por objetivo identificar os fatores de carga e intensidade interna e externa que influenciam a percepção subjetiva de esforço (PSE) no futebol. Procurou-se também avaliar a utilidade de diferenciar a PSE em respiratória e muscular. Foram recolhidos parâmetros de carga externa e interna ao longo de 11 semanas em 23 futebolistas profissionais através do recurso a GPS e cardio-frequencímetros. O *total loading*, distância percorrida em corrida rápida e o impulso de treino de Banister constituíram a combinação de parâmetros mais associada com a PSE de sessão (S-PSE) respiratória e muscular. O pico de EPOC estimado indiretamente foi validado como indicador de intensidade do treino. Não parece haver utilidade prática na diferenciação da PSE. Tendo em conta a divergência destes resultados e dos obtidos noutros estudos é aconselhável que os treinadores determinem o melhor modelo de monitorização da carga em função do contexto específico de prática.

Palavras-chave: Percepção subjetiva de esforço, carga, GPS, EPOC, futebol

Lista de abreviaturas

DCR – Distância percorrida em corrida rápida (>19.8 Km/h)

GPS – *Global positioning system*

EPOC – *Excess post-oxygen consumption*

FC – Frequência cardíaca

P-EPOC – Pico de EPOC

PSE – Percepção subjetiva de esforço

S-PSE – Percepção subjetiva de esforço da sessão

TL – *Total loading*

TRIMP – Impulso de treino de Banister

¹ CIFI2D

² CIDESD

³ Faculdade de Ciências da Educação e do Desporto, Universidade de Vigo

Introdução

A monitorização da carga de treino (volume x intensidade) é uma tarefa essencial na periodização e avaliação dos efeitos deste na acumulação de fadiga e na elevação das capacidades físicas^{1,2}. É especialmente relevante em jogos desportivos como o futebol onde jogadores com níveis de condicionamento físico e exigências posicionais distintas podem não responder da mesma forma durante a mesma sessão de treino³.

O desenvolvimento tecnológico em cardio-frequencímetros, sistemas de posicionamento global (GPS) e acelerómetros permite atualmente aferir a carga interna (e.g., frequência cardíaca [FC]) e externa (e.g., distâncias, velocidades, acelerações, etc.) durante o treino⁴. Estas tecnologias estão amplamente difundidas no desporto de elite, apesar de não estar totalmente esclarecida a sua utilidade em informar sobre o esforço despendido e o seu impacto fisiológico nos atletas. Por exemplo, os parâmetros de carga externa extraídos dos GPS apenas descrevem a atividade realizada por um jogador mas não medem o seu stress fisiológico. Em futebolistas de elite foram recentemente identificados a distância percorrida em corrida rápida, o número de impactos e as acelerações como os parâmetros de carga externa mais correlacionados com a magnitude da percepção subjetiva de esforço⁵. Outros estudos reportaram a distância total e o *player load*^{6,4} para correlações com a mesma variável. A falta de consenso existente na literatura justifica a necessidade de mais investigação para clarificar a associação entre a extensa lista de variáveis determinadas pelos sistemas atuais de GPS com parâmetros de carga interna universalmente validados e aceites. Entretanto, a carga interna continua referenciada como o método mais eficaz para monitorizar a resposta do atleta ao estímulo de treino¹.

A FC é uma medida objetiva de carga interna que tem sido utilizada em várias modalidades⁷⁻⁹. A sua utilização é fundamentada pela sua relação com o consumo de oxigénio num largo espectro de cargas de trabalho sub-máximas e em *steady-state*^{10, 11}. A partir da FC podem ser derivados vários índices, como os impulsos de treino de Banister (TRIMP)⁷ e de Edwards¹². Estes índices já foram previamente utilizados em desportos intermitentes como o futebol para medir a carga interna¹³ e para validar parâmetros de carga externa extraídos de GPS, nomeadamente a distância total, o *player load* e a distância percorrida a baixa velocidade¹⁴.

⁴ Métrica que estima as forças aplicadas sobre o atleta resultantes da aceleração e desaceleração, nos três planos – x, y e z.

Um parâmetro que merece especial consideração na aferição da intensidade do exercício é o EPOC (*excess post-exercise oxygen consumption*). O EPOC é uma medida de stress fisiológico que reflete perturbações da homeostase¹⁵ durante o exercício e pode ser medido diretamente através da análise das trocas gasosas na respiração, normalmente em laboratório, até que o indivíduo retorne ao seu metabolismo de repouso. A possibilidade de prever indiretamente o EPOC sem recurso a nenhum tipo de protocolo laboratorial pós-exercício tem sido possível através da estimação dos intervalos RR da FC. O EPOC indiretamente estimado através da FC revelou correlações elevadas ($r = .88$, $R^2 = .79$) com o EPOC medido de forma direta com um analisador de gases considerando uma amostra de 32 adultos saudáveis¹⁶. Todavia, ainda não é conhecida a sua validade para avaliar a intensidade de sessões de treino em futebol.

Apesar de ser um dos mais populares indicadores de carga interna, a FC não é aceite como um método *gold standard* devido à falta de consenso na literatura⁸ e à sua alegada incapacidade para refletir a intensidade do treino de futebol devido à natureza intermitente da modalidade^{17, 18}. Neste âmbito, a percepção subjetiva de esforço (PSE) da sessão de treino tem sido preferida como um método simples e não invasivo de monitorização da carga interna tanto em desportos de resistência^{19, 20} como em jogos desportivos. Estudos prévios no futebol confirmaram correlações elevadas entre índices de FC e lactato sanguíneo com a PSE da sessão (S-PSE: PSE x duração da sessão)^{1, 17}, o que tem levado ao uso generalizado da S-PSE como um dos métodos mais fiáveis de monitorização da carga no futebol. A PSE integra sensações do atleta relativamente ao seu sistema respiratória, músculos, e articulações com a sua percepção de fadiga, esforço, temperatura e dor²¹. Por esta razão, tem sido proposta a sua decomposição em PSE respiratória e PSE muscular^{22, 23}. Num recente estudo que envolveu futebolistas profissionais estes dois constructos apresentaram correlações fortes com índices de carga e intensidade derivados da FC²⁴. Desta forma, a recolha de ambos pode constituir-se como uma ferramenta útil para melhor caracterizar a carga de treino.

Face ao exposto, são objetivos deste estudo (i) o de identificar os indicadores de carga e de intensidade externa (GPS) e interna (TRIMP e EPOC) que mais influenciam a PSE respiratória e muscular e (ii) avaliar a utilidade da diferenciação da PSE respiratória e muscular na caracterização da carga de treino.

Métodos

Participantes

Participaram no estudo 23 jogadores de futebol profissional (idade: 26.53 ± 3.92 anos, altura: 182.88 ± 5.52 cm, massa corporal: 76.69 ± 6.14 kg) pertencentes a uma equipa de futebol profissional participante na Superliga Russa e na UEFA Champions League. Os dados foram recolhidos durante a segunda parte da temporada 2015/16 (≈ 11 semanas) após a interrupção de Inverno que ocorre no campeonato Russo. O grupo era composto por 5 defesas laterais, 7 médios, 5 defesas centrais, 2 avançados e 4 médios ala. Foram recolhidos dados de 402 sessões individuais de treino, tendo em 248 sido registadas as PSE respiratória e muscular. A temperatura ambiental no momento do treino variou entre os -10°C e os $+22^{\circ}\text{C}$ ao longo do período do estudo. Durante todas as sessões os jogadores tinham acesso a água e bebidas desportivas *ad libitum*.

Procedimentos

Os parâmetros de carga externa foram gravados através de dispositivos GPS (10 Hz) que integravam um acelerómetro, um compasso digital e um giroscópio tridimensionais (100 Hz, STATSports Viper, Northern Ireland). A validade deste tipo de dispositivos na medição de diversos parâmetros físicos já foi previamente verificada^{25, 26}. Os dispositivos GPS foram usados individualmente por cada jogador, dentro de um colete, e de forma a evitar erros inter-unidade cada jogador transportou sempre o mesmo dispositivo em cada sessão de treino. Após o término da sessão os dados eram descarregados para um computador e analisados com o software Viper (STATSports, versão 1.2).

As variáveis de GPS consideradas neste estudo foram o número de acelerações e desacelerações >2 , >2.5 e >3 m/s^2 , o total de impactos $> 2g$, o *dynamic stress load* e o *total loading* – ver anexo I. Foram também registados a distância total da sessão, a distância percorrida em velocidade alta (14.4 – 19.8 Km/h), muito alta (19.8 – 25.2 Km/h), em sprint (>25.2 Km/h), distância em corrida rápida (>19.8 Km/h), número de sprints e a *speed intensity* (ver anexo I).

Todas as variáveis anteriores foram igualmente divididas pela duração total da sessão e identificadas como medidas de intensidade (valores expressos por minuto).

No que diz respeito aos parâmetros de carga interna, a PSE respiratória e muscular individual foi recolhida 20 minutos após o treino usando uma escala de Borg CR-10²¹. A S-PSE foi posteriormente calculada multiplicando a duração da sessão de treino pelo valor de PSE²⁷ muscular e respiratória.

Durante a sessão os jogadores transportaram igualmente uma banda de FC *Firstbeat Team Receiver*³⁰ que gravava o seu batimento cardíaco e os intervalos RR de cada batimento (RRi). A partir destes dados foram calculados, para cada jogador, o TRIMP de Banister e o pico de EPOC com recurso ao software *Firstbeat SPORTS* software (versão 4.7.1.2, *Firstbeat Technologies Ltd.*, Jyväskylä, Finland).

O TRIMP foi calculado como indicador de carga interna através da seguinte fórmula:

$$TRIMP = TD \cdot K \cdot X$$

na qual TD corresponde à duração total da sessão (em minutos), K é um fator de ponderação baseado no género (homens: $K=0.64 \cdot e^{1.92}$) e X é determinado através da equação $(FC_{TS}-FC_B)/(FC_{max}-FC_B)$, em que FC_{TS} corresponde à FC média da sessão e FC_B corresponde à FC medida em repouso. A FC em repouso foi considerada aquela mais baixa obtida durante 5 minutos na posição de sentado, de manhã antes do treino. A FC máxima foi considerada a mais alta obtida em treino ou em laboratório, no protocolo de Bruce realizado no início da época. A acumulação de EPOC foi indiretamente estimada através dos dados RRi, intensidade (% VO_2max) e duração do exercício²⁸ com a seguinte função:

$$EPOC(t) = f(EPOC_{(t-1)}, exercise_{intensity}(t), \Delta t)$$

Neste estudo, o pico de EPOC (P-EPOC, ml/kg) foi utilizado como indicador de intensidade do treino.

Análise estatística dos dados

Foram usados modelos lineares gerais para analisar a correlação entre as medidas de PSE com as medidas de carga e intensidade derivadas dos GPS e FC atendendo ao facto de que os dados recolhidos se reportam aos mesmos indivíduos ao longo do tempo^{29, 30}. Dadas as limitações que têm sido apontadas aos modelos de regressão *stepwise*³¹ no que diz respeito à fiabilidade da seleção de preditores, foi operacionalizada uma combinação de

conhecimento especializado³² (no que diz respeito às variáveis que possuem maior importância prática) com um coeficiente de correlação multicolinear $< .5$ para proceder à seleção inicial de variáveis. *A posteriori* foi considerado um fator de inflação de variância (VIF) < 4 para seleção final das variáveis no modelo³³. O *total loading* (TL), distância em corrida rápida (DCR), TRIMP e P-EPOC foram selecionadas como as variáveis finais de carga e intensidade, de acordo com estes critérios. Posteriormente, as relações entre PSE respiratória e muscular com os possíveis preditores foram quantificadas através de (i) um modelo não ajustado no qual se produziram coeficientes de correlação intra-individuais e (ii) através de um modelo ajustado do qual se produziram coeficientes de correlação parciais. Os seguintes critérios foram utilizados para interpretar a magnitude das correlações (r): $< .1$ trivial, $.1 - .3$ pequeno, $.3 - .5$ moderado, $.5 - .7$ grande, $.7 - .9$ muito grande, $.9 - 1$ quase perfeito³⁴.

A correspondência entre os valores de PSE respiratória e muscular foram analisados através do coeficiente de correlação por postos de Kendall (τ). O nível de significância estatística foi mantido em $P < .05$.

Resultados

Na Tabela 1 (Anexo II) estão descritos os valores médios \pm desvio padrão de todas as variáveis de carga e intensidade.

Os resultados revelaram correlações intra-individuais grandes entre os parâmetros de carga S-PSE respiratória e muscular com o TL e o TRIMP (Tabela 2, ver Anexo III), mas apenas correlações pequenas entre os primeiros e a DCR. Correlações intra-individuais moderadas foram encontradas entre os parâmetros de intensidade de PSE respiratória e muscular com o TL / min. O P-EPOC revelou correlações moderadas com a PSE respiratória e grandes com a PSE muscular, porém a diferença entre ambos foi marginal (0.49 e 0.54, respetivamente).

No que diz respeito às correlações parciais, os valores encontrados foram substancialmente menores na maioria dos casos. As correlações dos parâmetros de carga S-PSE cardiorrespiratória e muscular foram moderadas com os parâmetros TL e TRIMP e pequenas com o parâmetro DCR. Relativamente aos parâmetros de intensidade de PSE respiratória e muscular, foram encontradas correlações parciais pequenas entre estes e os parâmetros TL / min e DCR / min. As correlações parciais de PSE respiratória e muscular com o parâmetro P-EPOC foram moderadas.

Quanto à relação entre PSE respiratória e muscular, registou-se um valor de τ alto e estatisticamente significativo ($\tau = .75$, $P < .001$) que confirma a existência de correspondência entre as duas variáveis.

Discussão

Este é o primeiro estudo conhecido a verificar a influência de marcadores de carga e de intensidade externa e interna em parâmetros de PSE diferenciados (respiratória e muscular) em futebolistas de elite. Os resultados indicaram que ambos os parâmetros S-PSE e PSE (respiratória e muscular) são melhor preditos por uma combinação de fatores de carga externa e interna do que por cada um dos parâmetros isoladamente. É importante notar também que a magnitude das correlações é substancialmente reduzida quando ajustada para os efeitos das restantes variáveis.

O estudo de Gaudino et al.⁵ identificou o número de impactos e acelerações e a distância percorrida em corrida rápida como a combinação de parâmetros que melhor explicava a S-PSE (global) em futebolistas profissionais da Liga Inglesa usando os mesmos dispositivos de GPS utilizados neste estudo. Neste estudo, a combinação do *training load* (TL), distância em corrida rápida (DCR) e o TRIMP de Banister constituíram a melhor combinação de parâmetros para explicar a S-PSE. Tais diferenças podem ser devidas a diferentes estímulos de treino (notórias nas médias dos parâmetros físicos apresentadas em ambos os estudos), condições climatéricas e diferentes percepções da escala de Borg³⁵. Adicionalmente, no estudo de Gaudino não foram adicionados parâmetros de carga interna aos modelos. Neste estudo a inclusão do TRIMP (e da P-EPOC no modelo da PSE) poderá ter influenciado a seleção inicial de variáveis. Em todo o caso, o TL pode ser observado como uma variável que engloba o número de impactos e acelerações, dado que considera a magnitude de todas as forças do acelerómetro nos vetores x, y, z (e não somente na componente horizontal). Casamichana et al.⁶ relatou igualmente correlações elevadas de uma variável idêntica (*player load*) mas também da distância total com a S-PSE (global). As razões para a validação de diferentes variáveis entre estudos podem ser diversas. Tal justifica a necessidade de aferição dos parâmetros que melhor se adequam a um contexto determinado de treino e competição, com diferentes atletas e instrumentos de medida.

À semelhança dos estudos previamente reportados, também neste trabalho a DCR (>19.8 Km/h) obteve relações pequenas com a S-PSE e PSE. As correlações parciais foram mesmo triviais e não significativas com a S-PSE e PSE musculares. Apesar de tradicionalmente ter

sido colocada grande ênfase na corrida de alta velocidade para aferir as exigências físicas do jogo de futebol³⁶, estas têm sido subestimadas em treino devido ao facto de muitas tarefas se desenrolarem em espaços reduzidos não permitindo a obtenção de velocidades altas³⁷. Nestes contextos, as acelerações e desacelerações (aqui capturadas pela variável TL) são mais informativas da carga metabólica imposta aos jogadores não somente quando estes atingem velocidades elevadas, mas também quando a aceleração é alta, mesmo a velocidades baixas^{38, 39}. É importante notar que a S-PSE respiratória e muscular obtiveram substancialmente maiores correlações com o TL do que a PSE respiratória e muscular com o mesmo parâmetro expresso por minuto e tal como referido anteriormente, ambos apresentaram correlações baixas com a DCR total e por minuto. Tal significa que outros parâmetros para além de fatores de carga externa podem contribuir para a percepção de intensidade em desportos intermitentes como o futebol^{2, 5}.

À semelhança dos resultados obtidos noutros estudos^{14, 17}, o TRIMP apresentou correlações importantes com a S-PSE. Este é um estudo pioneiro na confirmação da validade do P-EPOC (estimado indiretamente a partir de dados RRi) para medir a intensidade do treino. Adicionalmente, estes resultados confirmam a relevância e fiabilidade da S-PSE e da PSE para aferir a carga interna e a intensidade.

Em virtude da elevada concordância verificada entre a PSE respiratória e muscular e devido ao facto de ambos serem influenciados pelos mesmos indicadores de carga externa, a utilidade prática da medição dos dois parâmetros permanece pouco clara, tal como verificado noutros estudos²². Porém, uma vez que os *scores* médios da S-PSE e PSE muscular em treino foram superiores (tal como normalmente ocorre em jogo^{24, 40}), é recomendável que este seja o parâmetro principal de avaliação da S-PSE.

Aplicações práticas

- A S-PSE pode ser usada como indicador de carga interna no futebol de elite (preferencialmente a muscular);
- O TL, a DCR e o TRIMP são (neste contexto particular) a melhor combinação de parâmetros para aferir a S-PSE (carga);
- O P-EPOC medido indiretamente através de dados RRi pode ser usado para aferir sobre a intensidade do treino;
- A aferição dos melhores parâmetros de carga interna e externa deve ser adequada à realidade dos clubes, ao contexto de treino e aos instrumentos disponíveis.

Referências Bibliográficas

1. Impellizzeri FM, Rampinini E, Coutts AJ, et al. Use of RPE-based training load in soccer. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2004; 36(6): 1042-7
2. Lovell TWJ, Sirotic AC, Impellizzeri FM, et al. Factors Affecting Perception of Effort (Session Rating of Perceived Exertion) During Rugby League Training. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 2013; 8(1): 62-9
3. Hoff J, Wisloff U, Engen LC, et al. Soccer specific aerobic endurance training. *British Journal of Sports Medicine* 2002; 36(3): 218-21
4. Wehbe GM, Hartwig TB, Duncan CS. Movement Analysis of Australian National League Soccer Players Using Global Positioning System Technology. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2014; 28(3): 834-42
5. Gaudino P, FM I, Strudwick AJ, et al. Factors influencing perception of effort (session rating of perceived exertion) during elite soccer training. *International Journal of Sports Physiology & Performance* 2015; 10(7): 860-4
6. Casamichana D, Castellano J, Calleja-Gonzalez J, et al. Relationship between indicators of training load in soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2013; 27(2): 369-74
7. Banister E. Modeling elite athletic performance. In: Green H, McDougal J, Wenger H, editors. *Modeling elite athletic performance*. Champaign: Human Kinetics; 1991: 403-24
8. Buchheit M. Monitoring training status with HR measures: do all roads lead to Rome? *Frontiers in Physiology* 2014; 5: 1-19
9. Wrigley R, Drust B, Stratton G, et al. Quantification of the typical weekly in-season training load in elite junior soccer players. *J Sports Sci* 2012; 30(15): 1573-80
10. Astrand PO, Rodahl K. *Textbook of work physiology*. New York: McGraw Hill; 1986
11. Robinson DM, Robinson SM, Hume PA, et al. Training intensity of elite male distance runners. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 1991; 23: 1078-82
12. Edwards S. High performance training and racing. In: Edwards S, editor. *The heart rate monitor book*. Sacramento, CA: Feet Fleet Press; 1993: 113-23
13. Rebelo A, Brito J, Seabra A, et al. A new tool to measure training load in soccer training and match play. *Int J Sports Med* 2012; 33(4): 297-304

14. Scott BR, Lockie RG, Knight TJ, et al. A Comparison of Methods to Quantify the In-Season Training Load of Professional Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 2013; 8(2): 195-202
15. Kenney L, Wilmore K, Costill D. *Physiology of sport and exercise*. 5th ed. Champaign, IL: Human Kinetics; 2012
16. Rusko HK, Pulkkinen A, Saalasti S, et al. Pre-prediction of EPOC: A tool for monitoring fatigue accumulation during exercise? . ACSM Congress; May 28-31; San Francisco: Medicine and Science in Sports and Exercise; 2003.
17. Alexiou H, Coutts AJ. A comparison of methods used for quantifying internal training load in women soccer players. *International Journal of Sports Physiology & Performance* 2008; 3(3): 320-30
18. Campos-Vazquez MA, Mendez-Villanueva A, Gonzalez-Jurado JA, et al. Relationships Between Rating-of-Perceived-Exertion- and Heart-Rate-Derived Internal Training Load in Professional Soccer Players: A Comparison of On-Field Integrated Training Sessions. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 2015; 10(5): 587-92
19. Foster C. Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 1998; 30(7): 1164-8
20. Wallace LK, Slattery KM, Coutts AJ. The ecological validity and application of the session-rpe method for quantifying training loads in swimming. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2009; 23(1): 33-8
21. Borg G, Ljunggren G, Ceci R. The increase of perceived exertion, aches and pain in the legs, heart rate and blood lactate during exercise on a bicycle ergometer. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology* 1985; 54(4): 343-9
22. Arcos AL, Méndez-Villanueva A, Yanci J, et al. Respiratory and muscular perceived exertion during official games in professional soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 2016; 11(3): 301-4
23. Pandolf KB. Differentiated ratings of perceived exertion during physical exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 1982; 14(5): 397-405
24. Arcos A, Yanci J, Mendiguchia J, et al. Rating of muscular and respiratory perceived exertion in professional soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2014; 28(11): 3280-8
25. Castellano J, Casamichana D, Calleja-Gonzalez J, et al. Reliability and Accuracy of 10 Hz GPS Devices for Short-Distance Exercise. *J Sports Sci Med* 2011; 10(1): 233-4

26. Varley MC, Fairweather IH, Aughey RJ. Validity and reliability of GPS for measuring instantaneous velocity during acceleration, deceleration, and constant motion. *Journal of Sports Sciences* 2012; 30(2): 121-7
27. Foster C, Florhaug JA, Franklin J, et al. A new approach to monitoring exercise training. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2001; 15(1): 109-15
28. Saalasti S. Neural networks for heart rate time series analysis. Finland: University of Jyväskylä; 2003.
29. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement *Lancet* 1986; 1(307-310):
30. Bland JM, Altman DG. Calculating correlation coefficients with repeated observations: Part 1 - Correlation within subjects. *British Medical Journal* 1995; 310(6977): 446
31. Whittingham M, Stephens P, Bradbury R, et al. Why do we still use stepwise modelling in ecology and behaviour? *Journal of Animal Ecology* 2006; 75: 1182-9
32. Flom P, Cassell D, editors. Stopping stepwise: why stepwise and similar selection methods are bad, and what you should use. NESUG 2007 Proceedings; 2007: NSUG Stats and data analysis.
33. Tabachnick B, Fidell LS. *Using multivariate statistics*. fifth ed: Pearson; 2007
34. Hopkins W, Marshall S, Batterham A, et al. Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2009; 41: 3-13
35. Morgan WP. Psychological factors influencing perceived exertion. *Med Sci Sports* 1973; 5(2): 97-103
36. Bloomfield J, Polman R, O'Donoghue P. Physical demands of different positions in FA Premier League soccer. *Journal of Sports Science & Medicine* 2007; 6(1): 63-70
37. Hodgson C, Akenhead R, Thomas K. Time-motion analysis of acceleration demands of 4v4 small-sided soccer games played on different pitch sizes. *Human Movement Science* 2014; 33(1): 25-32
38. Varley MC, Aughey RJ. Acceleration Profiles in Elite Australian Soccer. *International Journal of Sports Medicine* 2013; 34(1): 34-9
39. Gaudino P, Alberti G, Iaia FM. Estimated metabolic and mechanical demands during different small-sided games in elite soccer players. *Human Movement Science* 2014; 36: 123-33

40. Weston M, Siegler J, Bahnert A, et al. The application of differential ratings of perceived exertion to Australian Football League matches. *Journal of Science and Medicine in Sport* 2015; 18(6): 704-8
41. STATSports TL. *Statsports Viper metrics*: STATSports Technologies LTD; 2012

ANEXO I

O *dynamic stress load* é uma função que atribui uma ponderação superior aos impactos de maior magnitude (medida em unidades arbitrárias).

O *total loading* mede o total de forças que atuam sobre o jogador ao longo da sessão de treino usando a magnitude dos valores do acelerómetro (100 Hz) nos três eixos – x, y, z (medida em unidades arbitrárias).

A *speed intensity* é uma variável calculada como uma função ponderada da velocidade na qual aos períodos de tempo (0.1 segundos) despendidos em velocidades mais elevadas foram atribuídas ponderações superiores e depois totalizados (medida em unidades arbitrárias).

Mais detalhes acerca do cálculo destas variáveis podem ser encontradas no manual do fabricante (STATSports Viper, Northern Ireland)⁴¹.

ANEXO II

Tabela 1 – Medidas de carga e intensidade das sessões de treino (Média ± desvio padrão; N=402; N=248 para os parâmetros de PSE)

Parâmetros de carga	M±DP	Parâmetros de intensidade	M±DP
S-PSE respiratória (UA)	501±149	PSE respiratória	5.83±1.31
S-PSE muscular (UA)	537±181	PSE muscular	6.12±1.43
TRIMP (UA)	112±39	P-EPOC (ml/Kg)	73±40
Distância Total (m)	5867±1303	Distância / min	68±12
Distância 14.4 – 19.8 Km/h (m)	557±231	Distância 14.4 – 19.8 Km/h / min	6±3
Distância 19.8 – 25.2 Km/h (m)	159±115	Distância 19.8 – 25.2 Km/h / min	2±1
Distância >25.2 Km/h (m)	22±35	Distância >25.2 Km/h / min	.24±.37
Distância em corrida rápida (m)	181±135	Distância em corrida rápida / min	2±2
Sprints (n)	2±3	Sprints	.02±.03
Speed intensity (UA)	278±64	Speed intensity / min	3±1
Dynamic stress load (UA)	125±56	Dynamic stress load / min	1.41±0.59
Impactos (n)	2922±1032	Impactos / min	33±11
Total loading (UA)	78±18	Total loading / min	.88±.15
Desacelerações 2 – 2.5 m/s ² (n)	60±22	Desacelerações 2 – 2.5 m/s ² / min	.68±.22
Desacelerações 2.5 – 3 m/s ² (n)	36±12	Desacelerações 2.5 – 3 m/s ² / min	.41±.13
Desacelerações 3 – 4 m/s ² (n)	32±14	Desacelerações 3 – 4 m/s ² / min	.36±.15
Desacelerações >4 m/s ² (n)	11±7	Desacelerações >4 m/s ² / min	.12±.08
Desacelerações >3 m/s ² (n)	43±19	Desacelerações >3 m/s ² / min	.48±.21
Desacelerações >2.5 m/s ² (n)	79±28	Desacelerações >2.5 m/s ² / min	.89±.3
Desacelerações >2 m/s ² (n)	139±44	Desacelerações >2 m/s ² / min	1.58±.44
Acelerações 2 – 2.5 m/s ² (n)	65±24	Acelerações 2 – 2.5 m/s ² / min	.74±.24
Acelerações 2.5 – 3 m/s ² (n)	40±13	Acelerações 2.5 – 3 m/s ² / min	.46±.13
Acelerações 3 – 4 m/s ² (n)	35±15	Acelerações 3 – 4 m/s ² / min	.40±.16
Acelerações >4 m/s ² (n)	8±6	Acelerações >4 m/s ² / min	.09±.06
Acelerações >3 m/s ² (n)	43±19	Acelerações >3 m/s ² / min	.49±.2
Acelerações >2.5 m/s ² (n)	83±27	Acelerações >2.5 m/s ² / min	.95±.29
Acelerações >2 m/s ² (n)	149±42	Acelerações >2 m/s ² / min	1.69±.41

UA – unidades arbitrárias; S-PSE respiratória – percepção subjetiva de esforço respiratória da sessão; S-PSE muscular – percepção subjetiva de esforço muscular da sessão; PSE respiratória – percepção subjetiva do esforço respiratória; PSE muscular – percepção subjetiva do esforço muscular; TRIMP – Impulso de treino de Banister; P-EPOC – pico de EPOC (ml/Kg);

ANEXO III

Tabela 2 – Correlações intra-individuais e correlações parciais (IC 95%) entre os parâmetros de PSE e as medidas de carga e intensidade.

	Correlações intra-individuais	IC 95%	<i>P</i>	Correlações Parciais	IC 95%	<i>P</i>
<u>Carga</u>						
				R ² = .51, <i>P</i> < .001		
S-PSE respiratória						
Total loading (TL)	.61	±.08	<.001	.41	±.1	<.001
Dist corrida rápida (DCR)	.24	±.12	<.001	.15	±.12	.03
TRIMP de Banister	.64	±.07	<.001	.46	±.1	<.001
				R ² = .47, <i>P</i> < .001		
S-PSE muscular						
Total loading (TL)	.55	±.09	<.001	.21	±.12	.02
Dist corrida rápida (DCR)	.29	±.11	<.001	.11	±.12	.24
TRIMP de Banister	.67	±.07	<.001	.47	±.1	<.001
<u>Intensidade</u>						
				R ² = .31, <i>P</i> < .001		
PSE respiratória						
Total loading / min	.37	±.11	<.001	.28	±.11	<.001
Dist corrida rápida / Min	.25	±.12	<.001	.16	±.12	.016
Pico de EPOC (P-EPOC)	.49	±.1	<.001	.43	±.1	<.001
				R ² = .34, <i>P</i> < .001		
PSE muscular						
Total loading / min	.36	±.11	<.001	.28	±.11	.03
Dist corrida rápida / Min	.23	±.12	.008	.08	±.12	.43
Pico de EPOC (P-EPOC)	.54	±.09	<.001	.48	±.1	<.001