

Monitoramento da carga de treinamento na corrida: Aspectos fisiológicos e metodológicos na aplicabilidade prática desta modalidade

Monitoring the training load in the race: Physiological and methodological aspects in the practical applicability of this modality

Supervisión de la carga de entrenamiento la carga en carrera: Aspectos fisiológicos y metodológicos en la aplicabilidad práctica de esta modalidade

Recebido: 09/06/2021 | Revisado: 17/06/2021 | Aceito: 15/07/2021 | Publicado: 25/07/2021

Leandro de Oliveira Sant'Ana

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0156-4030>
Universidade Federal de Juiz de Fora, Brasil
E-mail: losantana.ufjf@gmail.com

Maurício Gátas Bara-Filho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1219-8379>
Universidade Federal de Juiz de Fora, Brasil
E-mail: mgbara1973@gmail.com

Jeferson Macedo Vianna

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1594-4429>
Universidade Federal de Juiz de Fora, Brasil
E-mail: jeferson.vianna@ufjf.edu.br

Resumo

Na corrida, a demanda de ajustes para otimizar os estímulos para a obtenção de melhor desempenho é algo relevante e indispensável. Com isso, a prescrição para o treinamento de corrida, seja esta curta, média e longa distância, deve ser estritamente adequada, assim como todo o processo recuperativo, permitindo assim, melhores adaptações fisiológicas. Para isso, o controle da carga de treinamento é algo imprescindível e além disso, a possibilidade de obter respostas positivas torna-se maior, visto que o indivíduo estará mais preservado de possíveis estresses decorrentes do acúmulo de fadiga. O controle da carga de treinamento é uma ótima ferramenta para treinadores identificar o momento de continuar na aplicação de estímulos, bem como no controle destes perante aos atletas. Com isso, é possível evitar sobrecargas excessivas que podem expor o atleta a um decréscimo do desempenho e até mesmo de uma lesão e, na corrida esta intervenção é de extrema importância. Dentre os tipos de avaliações utilizadas, a utilização do cálculo da percepção subjetiva do esforço da sessão (PSE), a frequência cardíaca (FC), a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) e marcadores bioquímicos (lactato, creatinaquinase e cortisol salivar) são os mais comuns dentre as mensurações da carga de treinamento (ou carga interna). A presente revisão, teve por objetivo, descrever a eficiência destes métodos e respostas que possibilitam a avaliação da carga de treinamento na modalidade da corrida. Diversos estudos demonstraram, através de diferentes ferramentas para tal tipo de análises, a eficiência e sobretudo a importância do procedimento de análise e avaliação da carga de treinamento. Procedimentos indiretos, com por exemplo a PSE e VFC, foram correlacionados por diferentes estudos, com outros indicadores internos de intensidade do exercício, como, por exemplo, o consumo de oxigênio, a frequência cardíaca e a concentração de lactato. No entanto, é necessário a elaboração de mais estudos investigando a carga de treinamento em atletas/praticantes de corridas, para assim, ter maiores informações sobre esta ferramenta de extrema importância para esta modalidade.

Palavras-chave: Carga de treinamento; Lesões na corrida; Desempenho; Saúde.

Abstract

In the running, the demand for adjustments to optimize the stimuli for obtaining better performance is relevant and indispensable. With that, the prescription for running training, be it short, medium and long distance, must be strictly adequate, as well as the entire recovery process, thus allowing for better physiological adaptations. For this, the control of the training load is something essential and in addition, the possibility of obtaining positive responses becomes greater, since the individual will be more protected from possible stresses resulting from the accumulation of fatigue. The control of the training load is a great tool for coaches to identify the moment to continue in the application of stimuli, as well as in the control of these before the athletes. With this, it is possible to avoid excessive overloads that can expose the athlete to a decrease in performance and even an injury and, in the race, this intervention is extremely important. Among the types of assessments used, the use of calculating the subjective perception of the session effort (RPE), heart rate (HR), heart rate variability (HRV) and biochemical markers (lactate, creatine kinase and salivary cortisol) are the most common among the measurements of the training load (or internal

load). The purpose of this review was to describe the efficiency of these methods and responses that make it possible to assess the training load in the running modality. Several studies have demonstrated, through different tools for this type of analysis, the efficiency and above all the importance of the procedure of analysis and evaluation of the training load. Indirect procedures, such as PSE and HRV, have been correlated by different studies, with other internal indicators of exercise intensity, such as, for example, oxygen consumption, heart rate and lactate concentration. However, it is necessary to carry out more studies investigating the training load in athletes / runners, in order to have more information about this extremely important tool for this modality.

Keywords: Training load; Running injuries; Performance; Health.

Resumen

En running, la demanda de ajustes para optimizar los estímulos para obtener un mejor rendimiento es algo relevante e indispensable. Así, la prescripción para el entrenamiento de carrera, ya sea de corta, media y larga distancia, debe ser estrictamente adecuada, así como todo el proceso de recuperación, permitiendo así mejores adaptaciones fisiológicas. Para ello, el control de la carga de entrenamiento es fundamental y, además, se hace mayor la posibilidad de obtener respuestas positivas, ya que el individuo estará mejor preservado de posibles tensiones derivadas de la acumulación de fatiga. El control de la carga de entrenamiento es una gran herramienta para que los entrenadores identifiquen cuándo seguir aplicando estímulos, así como controlarlos antes que los atletas. Con esto, es posible evitar sobrecargas excesivas que pueden exponer al deportista a una disminución del rendimiento e incluso a una lesión y, en la carrera, esta intervención es de suma importancia. Entre los tipos de evaluaciones utilizadas, el uso del cálculo de la percepción subjetiva del esfuerzo de la sesión (PSE), la frecuencia cardíaca (FC), la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) y los marcadores bioquímicos (lactato, creatina quinasa y cortisol salival) son los más comunes. entre las medidas de carga de entrenamiento (la carga interna). La presente revisión tuvo como objetivo describir la eficiencia de estos métodos y respuestas que permiten evaluar la carga de entrenamiento en la modalidad de carrera. Diversos estudios han demostrado, a través de diferentes herramientas para este tipo de análisis, la eficiencia y, sobre todo, la importancia del procedimiento de análisis y evaluación de la carga de entrenamiento. Los procedimientos indirectos, como PSE y HRV, fueron correlacionados por diferentes estudios con otros indicadores internos de la intensidad del ejercicio, como el consumo de oxígeno, la frecuencia cardíaca y la concentración de lactato. Sin embargo, es necesario realizar más estudios que investiguen la carga de entrenamiento en deportistas / practicantes de carrera, con el fin de obtener más información sobre esta herramienta tan importante para esta modalidad.

Palabras clave: Carga de entrenamiento; Lesiones por correr; Rendimiento; Salud.

1. Introdução

O treinamento físico desportivo possui uma demanda de atividade elevada, capaz de gerar mudanças morfológicas, metabólicas e funcionais para assim, possa obter resultados positivos no ambiente competitivo (Nakamura et al., 2010). No entanto, para que haja melhores resultados é necessário que um controle das principais variáveis, como volume, intensidade e recuperação seja realizada constantemente (Bompa & Half, 2009; Naclerio et al., 2013).

Contudo, a distribuição das cargas é importante para que assim possa gerar adaptações fisiológicas positivas e, também, para evitar o decréscimo condicional e o acometimento de possíveis lesões. Com isso, tem sido muito utilizado o monitoramento da carga de treinamento através da análise da carga interna e externa (Foster et al., 2001). Na carga externa (i.e., velocidade, peso, rotações por minuto, etc.), é considerado por estudiosos a relação com a qualidade, quantidade e a periodização de treinamento que, conseqüentemente, estará interferindo diretamente na carga interna (i.e., perfil hormonal, metabólitos, frequência cardíaca, etc.) (Nakamura et al., 2010).

No esporte, seja este de alto rendimento ou amador, a utilização do monitoramento da carga de treinamento (externa e interna) possui grande relevância para controle do indivíduo (Burgess, 2017; McLaren et al., 2017). Para tanto, um dos argumentos mais expressivos para aplicação deste procedimento de controle tem sido a prevenção do indivíduo – atleta contra a síndrome do overtraining (Meeusen et al., 2013). Tradicionalmente, o monitoramento da carga de treinamento já é muito bem aplicado e utilizado em esportes como natação (Nogueira et al., 2016; Pollock et al., 2019), tênis (Coutts et al., 2010), karatê (Tabben et al., 2015), esgrima (Turner et al., 2016) polo aquático (Lupo et al., 2014), rúgbi (Coutts et al., 2007), vôlei (Freitas et al., 2014), Futsal (Freitas et al., 2012; Nakamura et al., 2015), boxe olímpico (Uchida et al., 2014), Taekwondo (Perandini et al., 2012) e funcional de alta intensidade (Tibana et al., 2017).

Um dos esportes com número de adesão muito grande atualmente é a corrida e, nesta modalidade, há importantes estudos com diferentes métodos para controle da carga de treinamento (Gordon et al., 2017; Billat et al., 2020), no entanto considerando a expansão desta modalidade em diferentes populações, haja visto a importância de mais estudos sobre o assunto. A corrida vem demonstrando um crescente número de adeptos a cada ano. De acordo com a Running USA, em 2019, o número de inscritos em corridas no EUA foi de 17,6 milhões (Billat et al., 2012). Segundo a instituição, as corridas com distâncias de 5k (5000m), 10k (10000m) e 21k (21.097.5 km, meia maratona) são as mais praticadas. No entanto, 5k apresentou maior número de adeptos de praticantes (8,9 milhões). Segundo estudos, o número de participantes (em todos os níveis) foi significativamente alto em maratonas de Boston, New York, Chicago, London, Berlin e Paris (Billat, Palacin, et al., 2020; Rapoport, 2010).

Com base no exposto, haja visto a necessidade de mais informações sobre o controle do treinamento na corrida e, por causa disso, o objetivo desta revisão foi descrever aspectos importantes sobre monitoramento da carga de treinamento, enfatizando vertentes fisiológicas e de aplicabilidade prática para diferentes populações (praticantes e atletas). E assim, ajudar na condução de prescrições de treinamento da corrida.

2. Metodologia

O presente estudo possui um caráter de opinião, sendo desenvolvido através de uma revisão integrativa baseada em evidências científicas publicadas em periódicos importantes. Para tanto, foi realizado uma detalhada pesquisa sobre o tema em diferentes artigos realizados com aplicações experimentais. Assim sendo, o intuito deste artigo de opinião é oferecer mais informações sobre uma temática de extrema importância no ambiente esportivo, em especial a corrida de rua. Contudo, para organização e seleção dos estudos a serem utilizados foi realizado parâmetros relacionados a construção de estudos de revisão (Liberati et al., 2009)

3. Resultados

Principais pontos sobre carga de treinamento e corrida de rua

Diante do cenário atual, onde a corrida de rua vem em constante progressão de adeptos e mais os atletas profissionais, foi considerado nesta presente revisão principais pontos chaves sobre análise da carga de treinamento na corrida de rua. Portanto, obtemos informações importantes e indispensáveis para um programa de treinamento de corrida de rua, objetivando o desempenho e também a saúde do praticante / atleta.

Controle de carga de treinamento e aspectos fisiológicos na corrida

Na corrida diferentes ações fisiológicas reagem de maneira integrada para possibilitar melhores desempenhos e menores danos no sistema orgânico como todo. A capacidade cardiopulmonar é muito visada na prática de corrida, principalmente quando se trata de alto rendimento (Gordon et al., 2017). E dentre esta particularidade, talvez, a capacidade de sustentação do consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}) seja uma das mais importantes para melhores desempenhos (V. L. Billat et al., 2012). No entanto, fatores metabólicos, também são importantes na corrida (Rapoport, 2010) e possuem grandes importâncias para que haja positivas respostas adaptativas.

Diante do exposto podemos destacar, alguns componentes metabólicos e também hormonais que possuem grande importância na prática, não só da corrida, mas do exercício como todo (Lapin et al., 2007). No processo metabólico, a glicose e/ou glicogênio atuam para melhores reações glicolíticas (Robergs et al., 2004) e na via aeróbia, o carboidrato (glicose), gorduras (ácidos graxos) e proteínas (com maior preservação) são depletadas na estrutura mitocondrial para produção de energia (Prestes et al., 2006). Em meio a estas reações metabólicas, o lactato (produto final do metabolismo glicolítico) (Faude

et al., 2009) possibilita uma administração (durante a atividade) do tamponamento do ambiente celular contra uma acidose aumentada pelo aumento dos íons de hidrogênios (H^+) e pela redução do P_H sanguíneo (Gladden, 2004; Robergs, 2001). A creatinaquinase (CK) atua na hidrólise da creatina fosfato (PCr), possibilitando a liberação de energia (através de reações químicas) através da transformação do adenosina difosfato (ADP) em adenosina trifosfato (ATP) (Lapin et al., 2007). Mas, todo este mecanismo metabólico é diretamente afetado quando há um estresse significativo estabelecido, e procedimentos para evitar tal episódio pode ser aplicados com a utilização da carga de treinamento (Nakamura et al., 2010).

Com relação a hormônios, o hormônio de crescimento (GH), participa liberando os ácidos graxos para produção de energia, poupando a glicose. O cortisol, aumenta a eficiência da glicogenólise (degradação do glicogênio) hepática, possibilitando assim a normalização dos níveis glicêmicos durante a atividade (Lapin et al., 2007). A adrenalina e noradrenalina acionam a degradação do glicogênio muscular, desencadeando o trabalho de contração muscular (além de outras atuações eletrofisiológicas). O glucagon mobiliza a glicogenólise e gliconeogênese (conversão do lactato, piruvato, glicerol e aminoácidos em glicose) no fígado melhorando a oferta de glicose. Por fim, a insulina age na captação de glicose teciduais para ser utilizada (ou armazenada em forma de glicogênio) para produção de energia (Kraemer & Ratamess, 2005; Lee et al., 2017). Adicionalmente, marcadores inflamatórios (i. e. citocinas) são reagentes das ações fisiológicas e mecânicas que são (negativamente) afetadas por altos desgastes decorrentes de treinos (principalmente na corrida) se controles de cargas e, isso afeta não só o desempenho como também a saúde, como por exemplo, prejuízos no sistema imunológico (Barros et al., 2017).

Na corrida, mais especificamente as com longas distâncias, algumas compensações fisiológicas são acometidas para suportar a intensidade (velocidade) imposta (Mujika et al., 2004). Seguindo esta lógica, podemos colocar como exemplo o drift cardíaco que é o aumento da frequência cardíaca (FC) mesmo com a manutenção da velocidade (pace). Este mecanismo acontece, pois em determinado momento da atividade (contínua) há uma redução do volume de ejeção e por isso a FC altera para manter o aporte sanguíneo no sistema (V. L. Billat, Palacin, et al., 2020). Contudo, estas compensações geram maior trabalho cardíaco e isso pode significar sobrecargas. Estudos observaram níveis significativos de biomarcadores como troponina I e T (indicador de estresse cardíaco), hormônio peptídeo natriurético tipo B - NT proBNP (Indicador de insuficiência cardíaca) e creatinaquinase MB - CKMB (indica lesão ou inflamação do miocárdio) após corrida de longa distância (Lara et al., 2018). Estes mecanismos compensatórios cardíacos podem ser maiores afetados quando há maiores temperaturas que, também, geram maiores perdas líquidas e conseqüentemente maiores influências na carga interna (Bergeron, 2014; Cheuvront & Haymes, 2001). Sendo assim, o controle contínuo da carga de treinamento pode minimizar os danos ocasionados pelos treinos e provas de corridas.

Controle de carga de treinamento e desempenho na corrida

No treinamento da corrida, seja este para indivíduos amadores (praticantes) ou profissionais (atletas) o principal objetivo é desempenho, pois está ligado não só com o melhor tempo, mas também com uma saúde maior. No entanto, quando se trata de melhorar o desempenho, este intuito é inteiramente dependente de uma questão multifatorial (Sharma et al., 2018). A exemplo disso, é que na corrida tem sido muito estudo sobre a economia de corrida (EC) que se denomina, resumidamente, ter um melhor desempenho com um menor custo energético (Shaw et al., 2014). Mas, para que o indivíduo se condicione no sentido de se tornar mais econômico, exige de melhoras fisiológicas, mecânicas, ter uma genética adequada para a corrida e por fim ter um sistema de treinamento eficiente e controlado (Barnes & Kilding, 2015).

De fato, o maior desempenho na corrida é algo complexo, porém alguns fatores podem fazer toda a diferença. Estudos tem demonstrado sobre fatores metabólicos sendo relevantes na melhora significativa do desempenho como maior eficiência glicolítica e aeróbia, gerando trabalho com maior desempenho e com danos preservados (Rapoport, 2010). Neste aspecto, podemos ter uma melhor (no sentido de eficiência) dos metabolismos glicolítico e aeróbio (Mercer et al., 2016; Kulmala et al.,

2018) e além disso, uma melhor resposta adaptativa da musculatura (Wallace et al., 2014) e maior capacidade aeróbia (V. L. Billat, 2001) podem gerar uma maior integração metabólica e com isso maior desempenho e, conseqüentemente, menor custo de energia.

Mas, para que os mecanismos envolvidos na promoção do desempenho na corrida sejam acometidos, é preciso de controle e monitoramento do treino, principalmente da carga. No contrário, estresses são estabelecidos e com isso os prejuízos são construídos. Fatores fisiológicos, psicológicos, físicos e condução do treino são primordiais no maior controle da carga (Boullousa et al., 2020). No intuito de evitar estresse, a atenção deve ser ampliada para fatores técnicos (Folland et al., 2017), bioenergéticos (Fletcher & Macintosh, 2017), biomecânicos (Kulmala et al., 2018) e até mesmo de acessórios (Mercer et al., n.d.). Contudo, toda essa cadeia de fatores devem ser acompanhadas de um controle das respostas de todos os ajustes necessários e, nesse aspecto, o monitoramento da carga de treinamento torna-se indispensável (Wallace et al., 2014).

Controle de carga de treinamento e lesões na corrida

Dados recentes vêm demonstrando crescente número de adeptos nas corridas de rua (Billat et al., 2012) e este número pode ser maior nos seguintes anos. E mesmo que há uma significativa maioria de praticantes amadores comparada com número de atletas profissionais, a busca pelo desempenho (melhor tempo de corrida) é notável entre os que são praticantes regulares (V. L. Billat, Vitiello, et al., 2020). Com isso, a demanda de treinos são maiores, os controles não acompanham e o riscos de lesões são aumentados, tanto para homens quanto para mulheres (van der Worp et al., 2015).

Estudos tem demonstrado uma elevada incidência de lesão em corredores, principalmente os considerados amadores ou recreacionais (J. Dallinga et al., 2019). No intuito de querer melhorar o tempo da corrida para uma determinada distância, muitos acabam exagerando nos treinos, o que gera uma dose resposta negativa e isso, dentro de um somatório, acomete em lesão de diferentes tipos e níveis (Benca et al., 2020). Os estudos relacionando corredores de rua e diferentes lesões são largamente maiores com indivíduos não profissionais. Talvez, os motivos são que muitos não só treinam, mas também trabalham, estudam e possui famílias que no geral, repercute em carga de trabalho muito maior. Outra questão, é que muitos são amadores, mas treinam com cargas de treinos de atleta profissional, porém sem ter condições de suportar trabalhos do tipo e, por estes motivos as lesões são inevitáveis (J. Dallinga et al., 2019).

Com relação ao nível de sobrecargas submetidas na prática de corrida, já foi constatado um elevado índice de indivíduos que praticam corrida com dores lombares constantes (Maselli et al., 2020), o indica que, possivelmente está relacionado com exageros nos treinos e com baixa capacidade de suportar estímulos altos sucessivos. Fatores como padrões anatômicos (Benca et al., 2020), sobrepeso (Videbæk et al., 2015) e variação de trabalho com baixo controle (Matos et al., 2020) também são tidos como causadores de diferentes lesões, e as principais, são distúrbios musculares. Outra questão, e com relação a praticantes novos, sem experiência na corrida. O índice de lesões para a população iniciante é elevado (Videbæk et al., 2015) e talvez seja por estes negligenciarem etapas importantes do treinamento.

Adicionalmente, foram observados que a condução dos treinos pode influenciar significativamente no acometimento das lesões. Dados demonstram que altos volumes e velocidades aplicadas nos treinos são fatores que merecem atenção na prevenção de lesões (Hespanhol Junior et al., 2013). Por outro lado, estudos também apresentaram que o baixo volume de frequência de treinos semanais geram lesões (Malisoux et al., 2015). No âmbito amador da corrida, muitos praticantes utilizam aplicativos para controle e acompanhamento de seus treinos e esta ferramenta pode não oferecer o monitoramento correto e, conseqüentemente, o acometimento de uma determinada lesão pode ser estabelecido (J. M. Dallinga et al., 2015). Contudo, diante do supracitado, haja visto a relevante necessidade do monitoramento da carga de treinamento para todas as populações (praticantes e atletas) já que, segundo os estudos, a carga de treino é a fator, talvez, mais importante para prevenir (maior controle) e/ou causar (menor controle) alguma lesão (Benca et al., 2020).

Estratégias e aplicabilidade do controle da carga de treinamento: Implicações relevantes para a utilização na corrida.

Tradicionalmente, o monitoramento da carga de treinamento é realizado através de métodos, como percepção subjetiva do esforço (PSE) (Foster et al., 2001) e respostas fisiológicas, utilizando a FC (Schneider et al., 2018), a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) (Schmitt et al., 2015) e indicadores bioquímico como lactato, creatinaquinase e cortisol salivar (Burchheit, 2014; Flatt and Esco, 2016; Barros et al., 2017).

O método para análise da carga de treinamento através da PSE é simples e eficiente. Foster et al. (2001), elaboraram uma avaliação através de cálculos matemáticos que consiste em fórmula utilizando a PSE (0-10) (Borg, 1982), sendo a duração da sessão multiplicado pela PSE da sessão (coletada após 30 minutos do final da sessão de treinamento). Além disso, através deste método é possível também saber da monotonia (média da carga semanal de treino ÷ desvio padrão da carga semanal de treino) e nível de estresse (carga semanal de treino x monotonia). Para este método, não existe um score, mas sim uma avaliação interpretativa, onde quando houver constância nos aumentos dos valores, pode estar relacionado uma sobrecarga interna (Impellizzeri et al., 2019). Contudo, mesmo sendo um método subjetivo, a análise da carga de treinamento possui um histórico de aplicabilidade (Foster et al., 2017) e diversos estudos utilizaram esta ferramenta para monitorar carga em esportes de quadra (Freitas et al., 2012, 2014), aquáticos (Lupo et al., 2014), de combate (Perandini et al., 2012; Tabben et al., 2015), dentre outros. Na corrida, estudos demonstraram ótima aplicabilidade da PSE para acompanhamento da carga de treinamento (Balsalobre-Fernandez et al., 2014; Garcin et al., 2002) e, talvez, este método seja o mais fácil na aplicação prática desta modalidade, por ser muito acessível, oferece resultados rápidos e precisos, além do custo e como a corrida tem um grande número de praticantes (não atletas), o método da PSE pode ser uma excelente ferramenta de utilização para avaliação nos treinos.

Outra forma de fácil acessibilidade para monitorar a carga de treinamento, é através da FC. Schneider et al. (2002), demonstraram a credibilidade da FC no objetivo de identificar um possível estresse decorrente de treinos com cargas exacerbadas, onde através da FC de repouso, é possível avaliar a condição recuperativa do indivíduo. Estudos observaram ótimo aproveitamento da FC para identificação do overreaching (principalmente o não funcional) (Bosquet et al., 2008), do nível de estresse, recuperação e adaptação aos estímulos oferecidos pelos treinos (Buchheit, 2014), inclusive em mulheres (Flatt & Esco, 2016).

Adicionalmente, o uso da VFC para análise da carga de treinamento tem sido frequente no âmbito esportivo, seja este amador (recreacional) e profissional (Bellenger et al., 2016). Para esta análise, é exigido uma análise de cálculos matemáticos através de softwares específicos (i.e., Kubios HRV[®]) ou até mesmo através de smartphones (Plews et al., 2017), mas possibilita ótimos parâmetros de identificação do status da carga interna decorrente da externa (Bara-filho et al., 2013). A avaliação da carga interna através da VFC possui ótima validade e aceitação no meio esportivo por sua ligação aproximada com indicadores de estresse (Bellenger et al., 2016), como por exemplo alto nível de atuação/resposta simpática (Plews et al., 2013). Na corrida, estudos apresentaram ótimos resultados que possam direcionar de maneira mais aproximada sobre o status de fadiga do indivíduo (Vesterinen et al., 2013).

Comumente, a carga interna é avaliada por VFC utilizando o índice do domínio do tempo RMSSD, em formato natural de logaritmo (e.g., $\ln \text{rMSSD}$: natural logarithm of the square root of the mean squared differences of successive normal R-R intervals) e possui relevante confiabilidade (Schmitt et al., 2015). Tanto HR quanto HRV, mesmo com distintas acessibilidades de mensuração, ambas as variáveis são diretamente ligadas com o sistema nervoso autonômico (Geus et al., 2019), sendo este, um importante sistema para diversas ações corporais, com suas atuações administradas por ações simpática (estimula) e parassimpáticas (controle) (Al Haddad et al., 2011).

Na corrida, parâmetros fisiológicos são monitorados periodicamente, como por exemplo máximo absorção/consumo de oxigênio e componentes sanguíneos (V. Billat et al., 2003), com o objetivo de avaliar as respostas adaptativas aos treino e

melhorar o desempenho do indivíduo praticante/atleta com menor riscos de lesões e até mesmo do estresse, podendo a se estabelecer a síndrome do over training (Meeusen et al., 2013). Parâmetros bioquímicos como concentração de lactato (indicador de fadiga) (Sanchez-Medina & Gonzalez-Badillo, 2011), creatinaquinase (indicador de dano muscular) (Mujika et al., 2004) e cortisol (indicador de fadiga e estresse) (McLean et al., 2010) tem sido muito utilizado para monitoramento da carga de treino. No entanto, mesmo que haja uma alta confiabilidade destes componentes para avaliação da carga interna (Papacosta & Nassis, 2011; Sanchez-Medina & Gonzalez-Badillo, 2011), os mesmos oferecem uma maior dificuldade de acesso por se tratarem de análises laboratoriais e por contas das rotinas de treinos e, talvez, demora nos resultados dos exames, possa ser mais complicado para aplicações práticas diárias ou semanais para direcionamentos dos treinos (Balsalobre-Fernandez et al., 2014).

Futuramente, outros métodos/respostas podem ser utilizados para a mensuração da carga de treino na corrida, como por exemplo os aparelhos acelerômetros que tem surgido como ótima ferramenta para esta análise (Stiles et al., 2018). Mas estratégias como a periodização de treinamento (Bompa & Half, 2009; Costa et al., 2019) é indispensável para prevenir o indivíduo (praticante ou atleta) de reduções do desempenho por conta de perdas condicionais fisiológicas e de lesões (Naclerio et al., 2013). Atualmente, fases da periodização como o tapering tem sido muito utilizado para ajudar no controle das cargas de treinos e assim possibilitar uma manutenção dos ganhos (Bosquet et al., 2007). Na corrida como os treinos são na maioria das vezes com maiores volumes (total), a ampla atenção para estas ferramentas (para diferentes avaliações e controles) tornam-se obrigatórias, não só visando o desempenho, mas também a saúde do praticante ou atleta.

4. Discussão

O presente estudo descreveu alguns pontos importantes sobre carga de treinamento e corrida de rua. Podemos sugerir que a aplicação da análise da carga interna é uma ferramenta que deve ser introduzida com mais frequência entre os treinadores de corrida, sendo para praticantes ou para atletas. A presente revisão é composta por algumas limitações onde podemos citar a quantidade de estudos realizados com corredores de rua, sendo estes ainda muito escassos. A relevância do monitoramento da carga de treinamento na corrida, enfatizando a importância é algo que se deve ser mais estudado e publicado. Com poucas referências, ficou restrito a explanação sobre os protocolos de mensurações, mas foi demonstrado as principais ferramentas utilizadas para este tipo de monitoramento.

Outra questão, que também consideramos uma limitação, foi descrever a carga de treino focado apenas na corrida, mas sabemos que muitos indivíduos praticantes/atletas de corrida também realizam junto com a corrida, treinos funcionais, de força, pilates, alongamentos, dentre outros treinos que interferem na carga total de treinamento. Por fim, não citamos sobre a importância da nutrição, sendo esta uma vertente importante para recuperação e melhora condicional para suportar estímulos e prevenir de lesões, podendo ser decisiva na mensuração da carga de treino.

5. Conclusão

O monitoramento da carga de treinamento, com diferentes tipos de mensurações, é algo de extrema importância no acompanhamento da corrida. E diante das informações citadas pela presente revisão, considere-se indispensável a aplicação deste tipo de avaliação por treinadores de corrida para todos os tipos de populações. No entanto, frente ao que foi considerado pela presente revisão, é de extrema importância a elaboração de futuros estudos com a temática apresentada considerando os principais métodos e respostas fisiológicas utilizados na avaliação da carga de treinamento e, além disso, fomentar qual melhor estratégia em termos de aplicabilidade prática na avaliação de corredores de rua em diferentes níveis condicionais.

Agradecimentos

Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil. Pela bolsa para o pesquisador e discente do doutorado em Educação Física, Leandro de Oliveira Sant'Ana.

Referências

- Al Haddad, H., Laursen, P. B., Chollet, D., Ahmaidi, S., & Buchheit, M. (2011). Reliability of resting and postexercise heart rate measures. *Int. J. Sports Med*, 32, 598–605.
- Balsobre-Fernandez, C., Tejero-González, C. M., & Campo-Vecino, J. (2014). Relationships between Training Load , Salivary Cortisol Responses and Performance during Season Training in Middle and Long Distance Runners. *PLoS ONE*, 9(8). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0106066>
- Bara-filho, M. G., Freitas, D. S., Moreira, D., Matta, M. O., Lima, J. R. P., & Nakamura, F. Y. (2013). Heart rate variability and soccer training : a case study. *Motriz, Rio Claro*, 19(1), 171–177.
- Barnes, K. R., & Kilding, A. E. (2015). Running economy: measurement, norms, and determining factors. *Sports Medicine - Open*, 1(1), 1–15. <https://doi.org/10.1186/s40798-015-0007-y>
- Barros, E. S., Nascimento, D. C., Prestes, J., Nóbrega, O. T., Córdova, C., Sousa, F., & Boullosa, D. A. (2017). Acute and Chronic Effects of Endurance Running on Inflammatory Markers : A Systematic Review. *Frontiers in Physiology*, 8(779). <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00779>
- Bellenger, C. R., Fuller, J. T., Thomson, R. L., Davison, K., Robertson, E. Y., & Buckley, J. D. (2016). Monitoring Athletic Training Status Through Autonomic Heart Rate Regulation : A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0484-2>
- Benca, E., Listabarth, S., Flock, F. K. ., Pablik, E., Fischer, C., Walzer, S. M., Dorotka, R., Windhager, R., & Ziai, P. (2020). Analysis of Running-Related Injuries : The Vienna Study. *Journal of Clinical Medicine*, 9(438), 1–17.
- Bergeron, M. F. (2014). Heat Stress and Thermal Strain Challenges in Running. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 44(10), 831–838. <https://doi.org/10.2519/jospt.2014.5500>
- Billat, V. L. (2001). Interval training for performance: A scientific and empirical practice. Special recommendations for middle- and long-distance running. Part I: Aerobic interval training. *Sports Medicine*, 31(1), 13–31. <https://doi.org/10.2165/00007256-200131010-00002>
- Billat, V. L., Palacin, F., Correa, M., & Pycke, J. R. (2020). Pacing Strategy Affects the Sub-Elite Marathoner ' s Cardiac Drift and Performance. *Frontiers in Psychology*, 10, 1–12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.03026>
- Billat, V. L., Petot, H., Karp, J. R., Sarre, G., Hugh, R. H., & Laurence, M. H. (2012). The sustainability of VO₂max : effect of decreasing the workload. *Eur J Appl Physiol*. <https://doi.org/10.1007/s00421-012-2424-7>
- Billat, V. L., Vitiello, D., Palacin, F., Correa, M., & Pycke, J. R. (2020). Race Analysis of the World ' s Best Female and Male Marathon Runners. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(1177), 1–6.
- Billat, V., Lepretre, P. M., Heugas, A. M., Laurence, M. H., Salim, D., & Al, E. (2003). Training and bioenergetic characteristics in elite male and female Kenyan runners. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35, 297–304.
- Bompa, T. O., & Half, G. G. (2009). *Periodization: theory and methodology of training*.
- Borg, G. A. V. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine Science Sports and Exercise*, 14(5), 377–381.
- Bosquet, L., Merkari, S., Arvisais, D., & Aubert, A. E. (2008). Is heart rate a convenient tool to monitor over-reaching? A systematic review of the literature. *Br. J. Sports Med*, 42, 709–714.
- Bosquet, L., Montpetit, P., Arvisais, D., & Mujika, I. (2007). Effects of Tapering on Performance: A Meta-Analysis . *Med. Sci. Sports Exerc*, 39(8), 1358–1365. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31806010e0>
- Boullosa, D., Esteve-Lanao, J., Casado, A., Peyr, L. A., Gomes, R., & Del Coso, J. (2020). Factors Affecting Training and Physical Performance in Recreational Endurance Runners. *Sports*, 8(35), 1–20.
- Buchheit, M. (2014). Monitoring training status with HR measures: do all roads lead to Rome? *Frontiers in Physiology*, 5(73).
- Burgess, D. J. (2017). The Research Doesn ' t Always Apply : Practical Solutions to Evidence-Based Training-Load Monitoring in Elite Team Sports. *International Journal of Physiology and Performance*, 12, 136–141.
- Cheuvront, S. N., & Haymes, E. M. (2001). Thermoregulation and Marathon Running Biological and Environmental Influences. *Sports Medicine*, 31, 743–762.
- Costa, P., Simão, R., Perez, A., Gama, M., Lanchtermacher, R., Musialowski, R., Braga, F., Coelho, V. M., & Palma, A. (2019). A Randomized Controlled Trial Investigating the Effects of Undulatory , Staggered , and Linear Load Manipulations in Aerobic Training on Oxygen Supply , Muscle Injury , and Metabolism in Male Recreational Runners. *Sports Medicine - Open*, 5(32), 1–20.
- Coutts, A. J., Gomes, R. V., Viveiros, L., & Aoki, M. S. (2010). Monitoring training loads in elite tennis. *Revista Brasileira Cineantropometria Desempenho Humano*, 12, 217–220.

- Coutts, A. J., Reaburn, P., Piva, T. J., & Rowsell, G. J. (2007). Monitoring for overreaching in rugby league players. *European Journal of Applied Physiology*, 99, 313–324.
- Dallinga, J. M., Mennes, M., Alpay, L., & Al, E. (2015). APP use, physical activity and healthy lifestyle: a cross sectional study. *BMC Public Health*, 15.
- Dallinga, J., Rijn, R. V., Stubbe, J., & Deutekom, M. (2019). Injury incidence and risk factors : a cohort study of 706 8-km or 16-km recreational runners. *BMJ Open Sport Exerc Med*, 5, 1–6. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2018-000489>
- Faude, O., Kindermann, W., & Meyer, T. (2009). Lactate Threshold Concepts How Valid are They ? *Sports Medicine*, 39(6), 469–490.
- Flatt, A. A., & Esco, M. R. (2016). Evaluating individual training adaptation with smartphone-derived heart rate variability in a collegiate female soccer team. *J. Strength Cond. Res.*, 30, 378–385.
- Fletcher, J. R., & Macintosh, B. R. (2017). Running Economy from a Muscle Energetics Perspective. *Frontiers in Physiology*, 8(June), 1–15. <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00433>
- Folland, J. P., Allen, S. J., Black, M. I., Handsaker, J. C., & Forrester, S. E. (2017). Running Technique is an Important Component of Running Economy and Performance. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 1412–1423. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001245>
- Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Suzanne, P., Doleshal, P., & Dodge, C. (2001). A New Approach to Monitoring Exercise Training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(1), 109–115.
- Foster, C., Rodriguez-Marroyo, J. A., & de Koning, J. J. (2017). “Monitoring Training Loads: The Past, the Present, and the Future.” *International Journal of Sports Physiology and Performance*.
- Freitas, V. H., Miloski, B., & Bara-Filho, M. G. (2012). Quantification of training load using session RPE method and performance in futsal. *Revista Brasileira Cineantropometria Desempenho Humano*, 14, 73–82.
- Freitas, V. H., Nakamura, F. Y., Miloski, B., Samulski, D., & Bara-Filho, M. G. (2014). Sensity of physiological and psychological markers to training load intensification in volleyball players. *Journal Sports Science Medicine*, 13, 571–579.
- Garcin, M., Fleury, A., & Billat, V. (2002). The ratio HLa:RPE as a tool to appreciate overreaching in young high-level middle-distance runners. *International Journal of Sports Medicine*, 23, 16–21.
- Geus, E. J. C., Gianaros, P. J., Brindle, R. C., Jennings, J. R., & Berntson, G. G. (2019). Should heart rate variability be “ corrected ” for heart rate ? Biological , quantitative , and interpretive considerations. *Psychophysiology*, June 2018, 1–26. <https://doi.org/10.1111/psyp.13287>
- Gladden, L. B. (2004). Lactate metabolism : a new paradigm for the third millennium. *J Physiol*, 1, 5–30. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2003.058701>
- Gordon, D., Wightman, S., Johnstone, J., Espejo-Sanchez, C., Beckford, C., Boal, M., Scruton, A., Ferrandino, M., & Merzbach, V. (2017). Physiological and training characteristics of recreational marathon runners. *Journal of Sports Medicine*, 8, 231–241.
- Hespanhol Junior, L. C., Pena Costa, L. O., & Lopes, A. D. (2013). Previous injuries and some training characteristics predict running-related injuries in recreational runners: a prospective cohort study. *J Physiother*, 59, 263–269.
- Impellizzeri, F. M., Marcora, S. M., & Coutts, A. J. (2019). Internal and External Training Load : 15 Years On Internal and External Training Load : 15 Years On Training Load : Internal and External Load Theoretical Framework : The Training Process. *International Journal of Sports and Performance*. <https://doi.org/10.1123/ijssp.2018-0935>
- Kraemer, W. J., & Ratamess, N. A. (2005). Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. *Eur J Appl Physiol*, 35(4), 339–361.
- Kulmala, J., Kosonen, J., Nurminen, J., & Avela, J. (2018). *Running in highly cushioned shoes increases leg stiffness and amplifies impact loading*. November, 1–7. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-35980-6>
- Lapin, L. P., Prestes, J., Pereira, G. B., Palanch, A. C., Cavaglieri, C. R., & Verlengia, R. (2007). Metabolic and hormonal responses to physical training. *Revista Brasileira de Educação Física, Esporte, Lazer e Dança*, 2(4), 115–124.
- Lara, B., Salinero, J. J., Gallo-Salazar, C., Areces, F., Ruiz-Vicente, D., Martinez, M., & Del Coso, J. (2018). Elevation of cardiac troponins after endurance running competitions. *Circulation*, 138.
- Lee, E. C., Fragala, M. S., Kavouras, S. A., Queen, R. M., Pryor, J. L., & Casa, D. J. (2017). Biomarkers ind Sports and Exercise: Tracking Health, Performance, and Recovery in Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(10), 2920–2937.
- Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P. A., Clarke, M., Devereaux, P. J., Kleijnen, J., & Moher, D. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: Explanation and elaboration. *PLoS Medicine*, 6(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000100>
- Lupo, C., Capranica, L., & Tessitore, A. (2014). The validity of the session-RPE method for quantifying training load in water polo. *Internationa Journal Sports Physiology Performance*, 9, 656–660.
- Malisoux, L., Nielsen, R. O., Urhausen, A., & et al. (2015). A step towards understanding the mechanisms of running-related injuries. *J Sci Med Sport*, 18, 523–528.
- Maselli, F., Storari, L., Barbari, V., Colombi, A., Turolla, A., Gianola, S., Rossetini, G., & Testa, M. (2020). Prevalence and incidence of low back pain among runners : a systematic review. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 4, 1–25.

- Matos, S., Clemente, F. M., Silva, R., & Carral, J. M. C. (2020). Variations of Workload Indices Prior to Injuries : A Study in Trail Runners. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(4037).
- Mclaren, S. J., Macpherson, T. W., Coutts, A. J., Hurst, C., Spears, I. R., & Weston, M. (2017). The Relationships Between Internal and External Measures of Training Load and Intensity in Team Sports : A Meta-Analysis. *Sports Medicine*. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0830-z>
- McLean, B. D., Coutts, A. J., Kelly, V., McGuigan, M. R., & Cormack, S. J. (2010). Neuromuscular, Endocrine, and Perceptual Fatigue Responses During Different Length Between-Match Microcycles in Professional Rugby League Players. *International Journal of Sports Physiology & Performance*, 5, 367–383.
- Meeusen, R., Duclos, M., Forster, C., Fry, A., Glesson, M., Nieman, D., Raglin, J., Rietjens, G., Steinacker, J., & Urhausen, A. (2013). European Journal of Sport Science Prevention , diagnosis and treatment of the overtraining syndrome : Joint consensus statement of the European College of Sport Science (ECSS) and the American College of Sports Medicine (ACSM). *European Journal of Sport Science*, 13(1), 1–24.
- Mercer, M. A., Stone, T. M., Young, J. C., & Mercer, J. A. (n.d.). *Running Economy While Running in Shoes Categorized as Maximal Cushioning*. 2016(16).
- Mujika, I., Padilla, S., Pyne, D., & Busso, T. (2004). Physiological changes associated with the pre-event taper in athletes. *Sports Medicine*, 34(13), 891–927.
- Naclerio, F., Moody, J., & Chapman, M. (2013). Applied periodization: a methodological approach. *J Hum Sport Exerc*, 8(2), 350–366.
- Nakamura, F. Y., Flatt, A. A., Pereira, L. A., Ramirez-Campillo, R., Loturco, I., & Esco, M. R. (2015). Ultra-short-term heart rate variability is sensitive to training effects in team sports players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 14(3), 602–605.
- Nakamura, F. Y., Moreira, A., & Aoki, M. S. (2010). Monitoramento da carga de treinamento: A percepção subjetiva do esforço da sessão é um método confiável? *Revista Da Educação Física/UEM*, 21(1), 1–11. <https://doi.org/10.4025/reveducfis.v21i1.6713>
- Nogueira, F. C. A., de Freitas, V. H., Miloski, B., Cordeiro, A. H. O., Werneck, F. Z., Nakamura, F. Y., & et al. (2016). Relationship between training volume and ratings of perceived exertion in swimmers. *Percept Mot Skills*, 122, 319–335.
- Papacosta, E., & Nassis, G. P. (2011). Saliva as a tool for monitoring steroid, peptide and immune markers in sport and exercise science. *Journal of Science & Medicine in Sport*, 14, 424–434.
- Perandini, L. A., Siqueira-Pereira, T. A., Okuno, N. M., Soares-Caldeira, L. F., & Nakamura, F. Y. (2012). Use of session RPE to training load quantification and training intensity distribution in taekwondo athletes. *Science Sports*, 27, 25–30.
- Plews, D. J., Laursen, P. B., Stanley, J., Kilding, A. E., & Buchheit, M. (2013). Training Adaptation and Heart Rate Variability in Elite Endurance Athletes : Opening the Door to Effective Monitoring Training Adaptation and Heart Rate Variability in Elite Endurance Athletes : Opening the Door to Effective Monitoring. *Sports Medicine*, 43, 773–781. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0071-8>
- Plews, D. J., Scott, B., Altini, M., Wood, M., Kilding, A. E., & Laursen, P. B. (2017). Comparison of heart-rate-variability recording with smartphone photoplethysmography, Polar H7 chest strap, and electrocardiography. *Int. J. Sports Physiol. Perform*, 12, 1324–1328.
- Pollock, S., Gaoua, N., Johnston, M. J. J., Cooke, K., Girard, O., & Katya, N. M. (2019). Training Regimes and Recovery Monitoring Practices of Elite British Swimmers. *Journal of Sports Science and Medicine*, 18, 577–585.
- Prestes, J., Bucci, M., Urtado, C. B., Caruso, F. G., Pereira, M., & Cavaglieri, C. R. (2006). Metabolismo Lipico: suplementação e performance humana. *Saúde Rev*, 8(18), 49–54.
- Rapoport, B. I. (2010). Metabolic Factors Limiting Performance in Marathon Runners. *PLoS ONE*, 6(10). <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1000960>
- Robergs, R. A. (2001). Exercise-Induced Metabolic Acidosis: Where do the Protons come from? *Sports Science*, 5(2), 2–19.
- Robergs, R. A., Ghiasvand, F., & Parker, D. (2004). Biochemistry of exercise-induced metabolic acidosis. *Am J Physiology Regul Integr Comp Physiol*, 287(3), 502–516.
- Sanchez-Medina, L., & Gonzalez-Badillo, J. J. (2011). Velocity Loss as an Indicator of Neuromuscular Fatigue during Resistance Training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43, 1725–1734.
- Schmitt, L., Regnard, J., & Millet, G. P. (2015). Monitoring Fatigue Status with HRV Measures in Elite Athletes : An Avenue Beyond RMSSD? *Frontiers in Physiology*, 6(343), 1–3. <https://doi.org/10.3389/fphys.2015.00343>
- Schneider, C., Hanakam, F., Wiewelhoe, T., Döweling, A., Kellmann, M., Meyer, T., Pfeiffer, M., & Ferrauti, A. (2018). Heart Rate Monitoring in Team Sports — A Conceptual Framework for Contextualizing Heart Rate Measures for Training and Recovery Prescription. *Frontiers in Physiology*, 9(639), 1–19. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00639>
- Sharma, A. P., Saunders, P. U., Lewis, L. A. G., Périard, J. D., Gore, C. J., Raysmith, B. P., Stanley, J., Robertson, E. Y., & Thompson, K. G. (2018). Training Quantification and Periodization during Live High Train High at 2100 M in Elite Runners : An Observational Cohort Case Study. *Journal of Sports Science and Medicine*, 17, 607–616.
- Shaw, A. J., Ingham, S. A., & Folland, J. P. (2014). *The Valid Measurement of Running Economy in Runners*. 1(30), 1968–1973. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000311>
- Stiles, V. H., Pearce, M., Moore, I. S., Langford, J., & Rowlands, A. V. (2018). Wrist-worn Accelerometry for Runners: Objective Quantification of Training Load. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 50(11), 2277–2284. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001704>
- Tabben, M., Tourny, C., Haddad, M., Chaabane, H., Chamari, K., & Coquart, J. B. (2015). Validity and reliability of the session-RPE method for quantifying training load in karate athletes. *Journal Sports Medicine Physiology Fitness*.
- Tibana, R. A., Sousa, N. M. F., & Prestes, J. (2017). Quantificação da carga de treinamento por meio do método da percepção subjetiva do esforço da sessão

no crossfit: um estudo de caso e revisão da literatura. *Revista Brasileira Ciência Do Movimento*.

Turner, A. N., Buttigieg, C., Marshall, G., Noto, A., Phillips, J., & Kilduff, L. (2016). Ecological validity of session RPE method for quantifying internal training load in fencing. *International Journal Physiology Performance*, 24, 1–17.

Uchida, M. C., Teixeira, L. F., Godoi, V. J., Marchetti, P. H., Conte, M., & Coutts, A. J. (2014). Does the timing of measurement alter session- RPE in boxers? *Journal Sports Science Medicine*, 20, 59–65.

van der Worp, M. P., ten Haaf, D. S. M., van Cingel, R., Wijer, A., van der Sanden, M. W. G. N., & Staal, J. B. (2015). Injuries in Runners ; A Systematic Review on Risk Factors and Sex Differences. *PLoS ONE*, 10(2), 1–18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0114937>

Vesterinen, V., Hakkinen, K., Hynynen, E., & Al, E. (2013). Heart rate variability in prediction of individual adaptation to endurance training in recreational endurance runners. *Scand J Med Sci Sports*, 23, 171–180.

Videbæk, S., Bueno, A. M., Nielsen, R. O., & Rasmussen, S. (2015). Incidence of Running-Related Injuries Per 1000 h of running in Different Types of Runners : A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 45(7), 1017–1026. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0333-8>

Wallace, L. K., Slattery, K. M., & Coutts, A. J. (2014). A comparison of methods for quantifying training load: relationships between modelled and actual training responses. *Eur J Appl Physiol*, 114, 11–20.