

CARGA DE TREINO DO ESPORTE
CARGA DE ENTRENAMIENTO DEL DEPORTE
TRAINING LOAD OF THE SPORT

Marques Junior Nelson Kautzner

kautzner123456789junior@gmail.com

Membro do Comitê Científico da Revista Observatorio de Deporte,
Universidad de Los Lagos, Santiago do Chile
Niterói, Rio de Janeiro
Brasil

RESUMO

O objetivo da revisão foi explicar sobre os temas da carga de treino e sobre a teoria que fundamenta cientificamente a carga de treino. Existem sete temas que ajudam estruturar a carga de treino. Os conteúdos teóricos que fundamentam cientificamente a carga de treino são a síndrome de adaptação geral, a supercompensação e a teoria de dois fatores. Em conclusão, a carga de treino é um conteúdo muito importante para melhorar a performance.

Palavras-chave: carga de treino, esporte, treino, periodização.

RESUMEN

El objetivo de la revisión fue explicar los temas de carga de entrenamiento y sobre la teoría que sustenta científicamente la carga de entrenamiento. Hay siete temas que ayudan a estructurar la carga de entrenamiento. Los contenidos teóricos que sustentan científicamente la carga de entrenamiento son el síndrome de adaptación general, la supercompensación y la teoría de los dos factores, también conocida como teoría de la fatiga y el acondicionamiento físico. En conclusión, la carga de entrenamiento es un contenido muy importante para mejorar el rendimiento.

Palabras clave: carga de entrenamiento, deporte; entrenamiento, periodización.

ABSTRACT

The objective of the review was to explain the topics of training load and about the theory that scientifically supports the training load. There are seven themes that help

structure the training load. The theoretical contents that scientifically support the training load are the general adaptation syndrome, supercompensation, and the two-factor theory that is also known as the theory of fatigue and physical conditioning. In conclusion, training load is a very important content to improve performance.

Keywords: training load, sport; training, periodization.

INTRODUÇÃO

A carga de treino é muito estudada pelos pesquisadores do esporte porque ela pode otimizar o rendimento esportivo (Dantas et al., 2022). Então, conforme é estruturada a carga de treino o esportista pode conseguir alto ou baixo desempenho na disputa (Marques Junior, 2020a). A elaboração da carga de treino do microciclo precisa estar embasada na fisiologia do exercício e bioquímica, na aprendizagem motora, na biomecânica e no treino esportivo para o treinador poder compreender a evolução e involução do esportista através da cineantropometria e pela análise do esporte do atleta (Mukhopadhyay, 2022).

A partir dos anos 50 e 60, a carga de treino do microciclo passou a ter embasamento científico porque foram conduzidos vários experimentos em como organizar a carga de treino nos microciclos (Marques Junior, 2022). Os principais responsáveis em estudar como estruturar melhor a carga de treino foram os cientistas da escola socialista do treinamento esportivo. Porém, mesmo com toda evolução científica sobre a carga de treino, existem certas confusões na literatura do treino esportivo, alguns pesquisadores utilizam o desenho esquemático da supercompensação para explicar a síndrome de adaptação geral, isso foi detectado em Forteza (2004) e em Marques Junior, Arruda e Api (2019). Segundo Costa (2022), a carga de treino é constituída por muitos conteúdos, por isso ela é muito complexa para estruturar e prescrever, merecendo constante estudo para o treinador entender cada vez melhor como aplicar a carga de

treino adequadamente nos microciclos e mesociclos da periodização esportiva. Então, sabendo da importância da carga de treino para o treinamento, torna interessante um trabalho sobre esse tema.

O objetivo da revisão foi explicar sobre os temas da carga de treino e sobre a teoria que fundamenta cientificamente a carga de treino.

TEMAS DA CARGA DE TREINO

No esporte contemporâneo a carga de treino aumentou de maneira considerável, sendo necessário do treinador a saber estruturar a carga de treino com alto embasamento científico para o atleta melhorar ao máximo antes e durante a disputa. Os componentes da carga de treino são o volume, intensidade, pausa e densidade (Costa, 2022). O volume se refere a quantidade de atividades (série, repetição, quilometragem percorrida, horas de treino etc) efetuadas na sessão, no microciclo, no mesociclo e no macrociclo. A intensidade é a qualidade da carga de treino, é o esforço realizado durante o treinamento (velocidade da corrida, diminuição da pausa, quilagem utilizada na musculação e outros). A pausa se refere o intervalo durante os exercícios e o descanso das sessões podendo ser ativo com a prática de exercício ou passivo, quando o esportista não faz treinamento. A densidade é a relação entre esforço e pausa, podendo ser mensurada por cálculos matemáticos.

Existem diferentes maneiras de organizar a carga de treino. A carga de treino diluída foi utilizada por Matveev para estruturar a sua periodização tradicional. Na carga de treino diluída ocorre uma distribuição uniforme das cargas durante o microciclo, geralmente nas sessões acontece o treino concorrente que exercita diversas capacidades motoras em uma sessão, esse trabalho simultâneo de cargas não iguais (aeróbia, força, flexibilidade

e outros) pode afetar o desenvolvimento ótimo de determinadas capacidades motoras de treino (Marques Junior, 2022). Essa carga de treino é indicada para a iniciação esportiva, para atletas menos qualificados e para esportistas que desejam efetuar um descanso ativo com cargas de treino menos “agressivas”.

As cargas concentradas são compostas de duas e são mais indicadas para os atletas de elite. A carga concentrada acentuada foi utilizada pelo espanhol Navarro nos anos 90 através de sua periodização que foi elaborada para nadadores, sendo denominada de periodização do macrociclo integrado. A carga concentrada acentuada é prescrita em alta intensidade por um período curto, podendo acontecer em alto volume e intensidade, geralmente ocorre em uma sequência definida com determinadas fases de duração, um trabalho duradouro pode levar o esportista ao sobre-treinamento (Navarro, 1998). A carga concentrada foi divulgada por Verkhoshanski em 1979 através da periodização em bloco pela carga concentrada de força. A carga concentrada costuma ocasionar mudanças significativas no organismo do atleta, acontecendo no primeiro momento um decréscimo do condicionamento físico e nas questões técnicas e táticas do esportista proveniente do alto estresse do treinamento (Marques Junior, 2020a). Geralmente nessa carga é exercitada uma capacidade motora condicionante e o treino técnico e tático. Depois de alguns meses de treino, na segunda fase do treinamento, ocorre pequena redução do volume e da intensidade e o atleta atinge a supercompensação na terceira fase onde acontece a melhora da preparação física, da técnica e da tática.

A carga de treino multifásica ocorre em um mesmo microciclo dois tipos de cargas, podendo ser diluída e a concentrada (Collazo Macías, 2020). Ela pode ser utilizada por atletas da iniciação e de alto nível. A última maneira de organizar a carga de treino foi elaborada para o treino com bola do voleibol, sendo oriundo da periodização específica

para o voleibol. Baseado nas lesões dos fundamentos e no esforço dos fundamentos a sessão com bola do treino técnico e do treino em situação de jogo é estruturado (Marques Junior, 2020b). Por exemplo, um treino em situação de jogo de ataque e bloqueio teve uma classificação subjetiva de treino alto, foi estabelecido isso porque o ataque e o bloqueio possuem elevado nível de esforço e de lesão. Esse mesmo raciocínio serve para os outros treinamentos com bola do voleibol.

A orientação da carga de treino está relacionada com o grau de desenvolvimento das capacidades motoras condicionantes, das capacidades motoras coordenativas e do treino técnico e tático que preparam o atleta (Monteiro e Lopes, 2015). A carga seletiva é a prescrição de uma capacidade motora condicionante e/ou coordenativa, tendo ainda o treino técnico e tático. A carga complexa é a prática do atleta em duas ou mais capacidades motoras condicionantes e/ou coordenativas, possuindo ainda o treino técnico e tático. A carga seletiva é observada na carga concentrada de força e a carga complexa ocorre na carga diluída.

Outro tema é sobre a natureza da carga de treino, estando relacionada com a especificidade que esse componente do treino causa fisiologicamente, tecnicamente e taticamente no atleta (Forteza e Farto, 2007). A carga de treino pode ser menos, média e mais específica, depende do tipo de carga de treino que é prescrito para o esportista. Então, existe a carga geral, a carga especial e a carga competitiva. A carga geral possui pouca semelhança dos exercícios com a competição, sendo efetuada por exercícios de preparação geral (Matveev, 1997). A carga geral merece ter alguma semelhança com as ações da modalidade para ocorrer transferência positiva para as modalidades do esporte treinado. Caso isso não ocorra, a transferência do treino para a técnica e tática e para o condicionamento físico pode ser negativa ou nula. A carga especial os exercícios

possuem alguma semelhança com as ações competitivas, e a carga competitiva são os exercícios iguais da disputa, tendo torcida, local da competição, uso de uniforme em um amistoso e outros.

A dinâmica da carga de treino é o 5º tema, sendo explicado em diversas referências do treinamento esportivo (Costa, 2022; Matveev, 1995). A dinâmica da carga de treino pode ser estruturada escalonada, também chamada em degrau, ondulada, retilínea, podendo ser denominada horizontal ou linear, em pirâmide e outros. Em alguns casos pode ocorrer uma dinâmica da carga de treino dupla, tripla e com outras combinações. Por exemplo, o treinador estruturou a dinâmica da carga retilínea por alguns dias e depois aplicou a dinâmica da carga ondulada. A dinâmica da carga de treino costuma ser elaborada conforme o tipo de periodização, o nível do atleta, o tipo e objetivo do microciclo, a importância da competição, o tipo de disputa (ponto corrido, jogos eliminatórios etc) e outros (Marques Junior, 2022). A dinâmica da carga de treino muito utilizada é a carga ondulada, talvez isso tenha ocorrido porque essa carga é bastante aplicada na periodização tradicional de Matveev (1991). A carga ondulada tem mais possibilidade de proporcionar uma relação entre volume e intensidade, onde o valor de um desses componentes vai predominar, ou seja, em um dado momento o volume é maior e em outro a intensidade. Essa ondulação da carga possibilita uma oscilação entre esforço e descanso ativo porque a carga pode ser forte por alguns dias e torna fraca em outro dia.

A grandeza da carga de treino corresponde a relação entre o tipo de exercício (fraco, médio, forte, simples, complexo etc) e a resposta neurofisiológica do atleta ocasionada por essa carga de treino (Monteiro, 2002). Quanto mais forte for a carga de treino, geralmente é necessário maior período de recuperação após o estímulo ou ocorre o contrário, carga de treino fraca o esportista costuma se recuperar mais breve do esforço

físico. A grandeza da carga de treino é um parâmetro para o treinador estruturar a carga de treino do microciclo (Costa, 2022). Conforme o pesquisador a carga de treino pode ser baixa que é de 10 a 40%, média que é de 50 a 70%, alta que é de 70 a 80% e muito alta que é de 80 a 100% (Zakharov, 1992). Em Monteiro (2002) a grandeza da carga de treino difere um pouco, sendo 10 a 20% uma carga recuperativa e o tempo de recuperação é de 4 a 5 horas, 20 a 40% uma carga recuperativa de manutenção e o tempo de recuperação é de 4 a 8 horas, 40 a 60% uma carga estabilizadora e o tempo de recuperação é de 12 a 18 horas, 60 a 80% uma carga ordinária e o tempo de recuperação é de 24 a 36 horas e 80 a 100% uma carga de choque e o tempo de recuperação é de 48 a 72 horas. Conforme o tipo de treino (força, aeróbio etc) e o valor da carga de treino (fraco, médio e forte), o tempo de recuperação da sessão pode ser menor ou maior (Marques Junior, 2017).

O último tema sobre o efeito da carga de treino está relacionado com o tipo de estímulo e pausa durante a sessão, com o tempo de treino (dias, meses e anos) e com o tipo de procedimento de descanso. Quando é prescrita a carga de treino e o atleta efetua aquele treino na sessão ocorre a quebra da homeostase (homeostase é a estabilidade neurofisiológica do organismo vivo) e o estresse da carga de treino no organismo do esportista desencadeia adaptações neurofisiológicas que proporcionam melhora da preparação física, da técnica e da tática. Essa melhora no atleta só ocorre se a carga de treino for bem estruturada conforme a etapa da periodização.

O efeito da carga de treino no organismo do esportista desencadeia o efeito imediato, o efeito posterior que também é denominado de efeito atrasado, o efeito sumário, o efeito acumulado e o efeito residual. O efeito imediato da carga de treino são as alterações neurofisiológicas que ocorrem durante e no fim da sessão, também conhecido por efeito

agudo ou adaptação aguda (Carvalho e Machado, 2022). O efeito imediato da carga de treino pode ser observado durante o aumento exponencial da cinética do consumo de oxigênio (VO_2) durante o exercício, ocorrendo três fases da cinética do VO_2 – fase I entre 10 a 25 segundos, fase II entre 25 a 80 segundos e fase III entre 80 segundos ou mais (Marques Junior e Pereira, 2013).

O efeito posterior da carga de treino ou atrasado da carga de treino acontece quando termina a sessão ou na pausa de cada estímulo, por exemplo no treino intervalado (Zakharov, 1992). Esse efeito posterior do treino a cinética do VO_2 após ao exercício se manifesta através do consumo excessivo de oxigênio pós-exercício, mais conhecido por EPOC que são as iniciais da abreviação em inglês do *excess postexercise oxygen consumption*. O EPOC possui três momentos que são o rápido com duração de 10 a 180 segundos, o lento de 180 segundos até muitas horas e o ultralento com mais de 24 horas (Marques Junior e Pereira, 2013). A finalidade do EPOC é restaurar os processos metabólicos pós-exercício, por exemplo, restauração dos fosfagênios, remoção do lactato, diminuição da ventilação pulmonar e outros.

O efeito sumário da carga de treino se manifesta após a soma das adaptações neurofisiológicas do esportista por causa da carga de treino de algumas sessões (Monteiro e Lopes, 2015). O efeito acumulado da carga de treino ocorre a longo prazo, também pode ser chamado de efeito crônico ou adaptação crônica, esse efeito no atleta está presente nas adaptações neurofisiológicas decorrentes da carga de treino de alguns microciclos ou do mesociclo (Carvalho e Machado, 2022). O efeito residual da carga de treino são as adaptações neurofisiológicas retidas no atleta decorrente do mesociclo ou do macrociclo, geralmente quando um tipo de treino cessa essas adaptações não são perdidas e o esportista pode se beneficiar dessa retenção durante a prática esportiva (Marques Junior, 2020b).

TEORIA QUE FUNDAMENTA CIENTIFICAMENTE A CARGA DE TREINO

A carga de treino mais utilizada é a ondulada porque ela permite esforço e descanso ativo, sendo indicada nos microciclos do russo Lev Pavilovch Matveev (Matveev, 1997). Matveev utilizou o conteúdo teórico da síndrome de adaptação geral (efeito agudo e crônico) e da supercompensação (efeito crônico) para entender cientificamente o efeito da carga de treino no organismo do atleta (Martins, 2003; Stone et al., 2021). Logo, torna importante saber como a síndrome de adaptação geral e a supercompensação foram estudadas e são utilizadas na carga de treino de Matveev.

A síndrome de adaptação geral foi estudada pelo austríaco endocrinologista Hans Hugo Bruno Selye que nasceu em Viena na Áustria em 1907 na época do Império Austro Húngaro (Bértolo, 2010; Costa, 2022). Ele era filho de um cirurgião militar húngaro que foi casado com uma esposa austríaca. Em 1929, Selye se formou em medicina pela Universidade Alemã em Praga (Selye, 1956) e migrou para realizar o pós-doutorado, primeiro na Universidade John Hopkins em Baltimore nos Estados Unidos da América e depois na Universidade de McGill em Montreal no Canadá (Bértolo, 2010; Szabo et al., 2017). A ideia de Selye de estudar o estresse ocorreu na Universidade de McGill quando esse pesquisador foi influenciado pelos estudos do estadunidense Walter Cannon que formulou e elaborou o nome homeostase em 1929 e do francês Claude Bernard que foi o primeiro a escrever sobre a homeostase no século XIX, mas nessa época o equilíbrio do organismo com o meio externo não era chamado de homeostase (Jackson, 2012; Robert, 1985).

Inicialmente Selye não denominou o estudo sobre o estresse de síndrome de adaptação geral (Szabo et al., 2017), o primeiro trabalho científico desse cientista sobre o estresse

foi em 1936 na Nature, ele identificou as respostas fisiológicas dos ratos por causa dos agentes nocivos como a lesão durante três estágios, vindo chamar a 1ª fase de alarme geral do organismo (Selye, 1936). Quando Selye publicou esse artigo de 1936, ele pertencia ao departamento de bioquímica da Universidade de McGill em Montreal no Canadá, a mesma instituição que esse pesquisador fez o seu pós-doutorado sobre o estresse. Nessa época, em 1936, Selye tinha um modesto laboratório com instalações simples na Universidade de McGill (Selye, 1956).

Após o seu primeiro trabalho de 1936, Selye publicou outros artigos sobre o estresse (Selye, 1937; 1938a), vindo chamar esse acontecimento neurofisiológico de síndrome de adaptação geral em 1938, onde ocorrem três fases – 1ª a de reação de alarme, a 2ª a de resistência e a 3ª a de exaustão (Selye, 1938b; Masson e Selye, 1938). Esse nome de síndrome de adaptação geral foi difundido em 1950 na monografia sobre estresse de Hans Selye que tinha o título *Stress* e o subtítulo era *A Treatise based on the concepts of the general adaptation syndrome and the diseases of adaptation* (Szabo et al., 2017). Esses longos anos dedicados ao estudo do estresse onde foram investigadas as adrenais geraram diversas pesquisas na autoria e coautoria desse cientista, Selye conseguiu publicar 1500 artigos e 32 livros sobre esse tema (Szabo et al., 2012). Lembrando, as adrenais são compostas por duas glândulas diferentes, a medula adrenal que secreta as catecolaminas (adrenalina e noradrenalina) e o córtex adrenal que secreta vários hormônios esteroides (aldosterona, cortisol e outros). Como Selye produziu muitos trabalhos científicos, existe uma discordância na sua totalidade da produção científica, por exemplo, em Taché (1985) foi estabelecido que Selye escreveu 1700 artigos científicos e 40 livros. Após a sua brilhante carreira sobre o estudo do estresse pela síndrome de adaptação geral, Selye se aposentou da Universidade de Montreal em 1970 e veio falecer em 1982 na mesma cidade canadense (Bértola, 2010).

Após o leitor conhecer como Selye estudou a síndrome de adaptação geral, torna interessante saber como ocorre esse mecanismo neurofisiológico e a maneira que Matveev usou as investigações de Selye para fundamentar cientificamente a carga de treino. Lembrando, a maioria dos estudos de Selye foram com ratos para detectar e entender os mecanismos neurofisiológicos causados pelo estresse. Caso esse estresse seja efetuado por algum período, os ratos tendem a se adaptar a esse estímulo por algumas semanas, por isso esse fenômeno é chamado de síndrome de adaptação geral (Cunanan et al., 2018). Portanto, a síndrome de adaptação geral explica como ocorre a lei da adaptação biológica ou a lei da bioadaptação, onde o agente estressor da carga de treino ocasiona adaptações neurofisiológicas no atleta por causa das sessões de alguns microciclos (Forteza, 2001). Essas adaptações neurofisiológicas permitem ao esportista suportar com mais facilidade a carga de treino, estando relacionada com as adaptações agudas (imediatas) e crônicas (a longo prazo) do treinamento.

Então, Matveev se apropriou da síndrome de adaptação geral para fundamentar cientificamente o efeito agudo e crônico da carga de treino no organismo do atleta (Martins, 2003; Villar, 1987). Lev Pavilovch Matveev não fez experimento sobre o estresse da carga de treino para verificar os mecanismos neurofisiológicos proveniente desse estímulo que causaram um desequilíbrio na homeostase do esportista, por esse motivo é denominado de teoria da síndrome de adaptação geral. A síndrome de adaptação geral ocorre com uma cinética trifásica, sendo exposto na figura 1 (Leshem e



Figura 1. Síndrome de adaptación general com a cinética trifásica
(Adaptado de Leshem e Kuiper, 1996).

Kuiper, 1996).

Quando o atleta está treinando a carga de treino causa quebra da homeostase devido o estresse desse estímulo no organismo do esportista, ocasionando degradação dos substratos energéticos por causa do dispêndio de energia (Costa, 2022). Essa reação metabólica de liberação de energia é chamada de catabolismo e nesse momento ocorre a síndrome de adaptação geral. Terminada a sessão, ocorre recuperação de energia do atleta, essa restauração dos substratos energéticos é denominada de anabolismo.

A reação de alarme costuma acontecer na fase inicial da temporada de treino ou quando ocorre a prescrição de uma nova carga de treino, sendo dividida em choque e contrachoque (Costa, 2022). A reação de alarme de choque são as respostas iniciais do organismo do esportista à carga de treino quando ele ainda não está adaptado ao estímulo da sessão, podendo ocorrer alta liberação de cortisol, elevada dor muscular, alta degradação dos substratos energéticos e outros. O cortisol é produzido pelo córtex adrenal por causa do estresse da carga de treino, quando a intensidade do treino é acima de 50 a 60% do consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$) ocorre aumento significativo da concentração sanguínea de cortisol (Rondon et al., 2010). A reação de alarme de choque pode ser observado no período preparatório de preparação geral da periodização tradicional de Matveev ou nas primeiras sessões do microciclo (Villar, 1987). A fase de choque se manifesta no atleta por causa da carga de treino, podendo gerar a fadiga nesse esportista conforme o nível do volume e da intensidade dessa carga de treino.

A reação de alarme de contrachoque é o momento que o atleta começa a ficar adaptado ou um pouco adaptado a carga de treino (Forteza, 2001), podendo ser observada no período preparatório de preparação especial da periodização de Matveev (Villar, 1987). Como nessa fase ocorre uma adaptação da carga de treino o cortisol tende diminuir a sua liberação porque o estresse do treino é menor no atleta (Rondon et al., 2010). A reação de alarme de contrachoque o organismo do atleta tende se recuperar mais veloz do estresse da carga de treino das sessões. Caso a carga de treino seja efetuada continuamente, o esportista entrará na fase de resistência (Villar, 1987). Portanto, após o leitor ler sobre a reação de alarme é possível entender como a síndrome de adaptação geral é útil para explicar a adaptação aguda (imediato) e crônica (a longo prazo) da carga de treino no atleta.

A fase de resistência acontece após um prolongado estímulo da carga de treino, durante a execução de alguns microciclos e mesociclos, essa fase se manifesta no período competitivo da periodização de Matveev (Costa, 2022). Porém, para o atleta evoluir nessa fase a carga de treino precisa ser diferente ou mais intensa para ocasionar uma significativa quebra da homeostase (Forteza, 2001). A fase de resistência costuma ocorrer por volta de 3 a 6 semanas, que corresponde a 21 a 42 dias – 42 dias equivale a 1 mês e 12 dias (Vasconcelos Raposo, 2000). Algumas capacidades motoras de treino costumam evoluir nesse período, por exemplo, a resistência aeróbia melhora a partir de 15 dias, a resistência anaeróbia aláctica e láctica tem otimização a partir de 1 mês ou 30 dias e o treino técnico e tático possui uma evolução no período de 9 dias a 1 mês (Marques Junior, 2020b). Na realidade, a fase de resistência o atleta costuma estar mais adaptado as cargas de treino, mas para evoluir o treinador precisa estruturar a carga de treino mais intensa para ocasionar melhora nas capacidades motoras de treino. Por último, temos a fase de exaustão. Momento que o atleta foi exposto por uma carga de

treino elevada por muitas semanas e esta estrutura do treino pode desencadear um estado de fadiga muito significativo que tende ocasionar o sobre-treinamento do atleta (Zakharov, 1992). Essa fase corresponde ao período de transição da periodização de Matveev (Villar, 1987).

A supercompensação é um conteúdo do treino esportivo que explica o efeito da carga de treino no atleta através da evolução e involução da preparação física e da técnica e tática. Para detectar a supercompensação são necessários testes de controle e/ou verificar a performance do competidor na disputa (Marques Junior, 2022). A supercompensação é definida como a depleção dos substratos energéticos (creatinafosfato, glicogênio muscular e outros) durante algumas sessões do microciclo, mas após o adequado descanso acontece reposição dessas reservas energéticas em condições superiores as anteriores que desencadeia incremento no desempenho esportivo (Barbanti, 2001).

Antigamente, aproximadamente até os anos 40, essa adaptação crônica não tinha esse nome e Matveev chamava essa resposta fisiológica do treino a longo prazo de efeito do treino atrasado. Segundo Matveev (1991), o efeito do treino atrasado ocorre através de sucessivas sessões do microciclo com o aumento gradativo da carga de treino, após um descanso adequado acontece a melhora na performance do esportista. Entretanto, o mecanismo fisiológico que ocorria o efeito do treino atrasado o cientista Matveev não sabia a causa. Nessa época, nos anos 40, quando Lev Matveev estava iniciando a elaboração da sua periodização (Bokan, 2010), era sabido que o efeito da carga de treino desencadeava nos atletas várias síndromes de adaptações gerais e isso resultava no efeito do treino atrasado (Buckner et al., 2020; Mukhopadhyay, 2021). Por esse motivo alguns autores apresentam a síndrome de adaptação geral e depois de um certo

momento ocorre o efeito do treino atrasado que posteriormente veio se chamar supercompensação (Verkhoshanski e Siff, 2004). A figura 2 apresenta esse ocorrido.

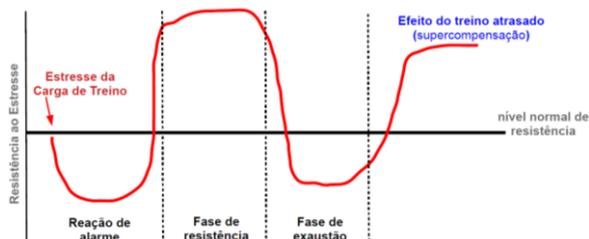


Figura 2. Síndrome de adaptação geral seguido do efeito do treino atrasado que atualmente é denominada de supercompensação. (Adaptado de Verkhoshanski e Siff, 2004).

Depois da 2ª Guerra Mundial (terminou em 1945), Nikolai Yakovlev ficou responsável pelo laboratório de bioquímica do exercício no Instituto de Pesquisa Científica de Cultura Física em Leningrado, na antiga União Soviética (Viru, 2002; Yakovlev, 1975). São Petersburgo em 1914 passou a se chamar Petrogrado em homenagem ao czar Pedro I que mandou construir essa cidade e significa cidade de Pedro, em 1924 ela muda de nome para Leningrado por causa da morte Lênin que foi o líder da Revolução Russa de 1917. Após a desintegração da União Soviética em 1991, a cidade volta se chamar São Petersburgo.

Em 1949, no tempo da União Soviética (foi formada em 1922), o russo bioquímico Nikolai Yakovlev descobriu o fenômeno da supercompensação através dos seus experimentos que foram conduzidos nos outros anos de 1950 a 1959 (Viru, 2002). Yakovlev evidenciou que após algumas sessões e com adequado descanso ocorria aumento dos estoques de glicogênio muscular e de creatinafosfato (Viru e Viru, 2003). Outros pesquisadores também evidenciaram que a supercompensação ocorre em animais e em humanos. Posteriormente Yakovlev outros pesquisadores soviéticos detectaram que o aumento das reservas energéticas no músculo após algumas sessões ocasionava uma melhora na performance esportiva

(Barbanti, 2001). O cientista Lev Pavilovch Matveev teve acesso aos estudos da supercompensação nos anos 50 e 60 (Dantas, 1995; Matveev, 1977) e ele utilizou esse conteúdo para fundamentar cientificamente a adaptação crônica (a longo prazo, ele chamava essa adaptação de efeito do treino atrasado) da carga de treino no esportista, vindo explicar com a supercompensação o pico da forma esportiva. Entretanto, a supercompensação é uma teoria porque Matveev não realizou estudo de campo sobre esse fenômeno nos esportistas soviéticos.

A supercompensação ocorre em 4 fases para alguns autores (Bompa, 2002, 2004; Mitsumune e Kayashima, 2013; Mukhopadhyay, 2021) e em 5 fases para Zakharov (1992). A 1ª fase é o momento que ocorre a realização da carga de treino e desencadeia a desintegração dos substratos energéticos e isso leva a fadiga geralmente com duração de 1 a 2 horas e 30 minutos (Barbanti, 2001; Bompa, 2002; Mitsumune e Kayashima, 2013). A 2ª fase é a de compensação e pode ser chamada de recuperação, acontece a reposição dos substratos energéticos porque ocorre a recuperação rápida, lenta e completa do esforço físico da sessão. Por exemplo, acontece reposição dos estoques de creatinafosfato durante 3 a 5 minutos, 6 a 8 dias de recuperação dos membros inferiores após o treino pliométrico, 12 a 48 horas para restaurar o glicogênio muscular e do fígado, 12 a 78 horas da síntese das proteínas e outros (Mukhopadhyay, 2021; Zakharov, 1992). A 3ª fase acontece a supercompensação onde ocorre o pico da forma esportiva, geralmente durante 7 a 10 dias porque o sistema nervoso central só consegue se manter de maneira ótima durante esse período (Bompa, 2002). Trabalho de alta intensidade como o treino pliométrico pode levar 24 a 36 horas para ocasionar a supercompensação (Bompa, 2004). Enquanto que o trabalho aeróbio a supercompensação costuma levar um tempo de 6 a 8 horas (Bompa, 2002). Em geral, o tempo para desencadear a supercompensação está em torno de 36 a 72 horas (Mitsumune e Kayashima, 2013). A 4ª fase é de involução ou do valor inicial do substrato energético, se outros estímulos não forem

efetuados no tempo adequado ocorre declínio da capacidade motora condicionante e da técnica e tática.

A outra teoria que tenta fundamentar a carga de treino está embasada na fadiga e no condicionamento físico. O Professor Doutor russo Vladimir Zatsiorsky elaborou a teoria de dois fatores ou a teoria da fadiga e condicionamento físico, ele é um cientista em biomecânica com inúmeras conquistas acadêmicas pela União Soviética (Zatsiorsky, 1999). A preparação do atleta é determinada por dois fatores, o positivo é o condicionamento físico e o negativo é a fadiga (Mukhopadhyay, 2021). Ambos fatores, o ganho de condicionamento físico e de fadiga, após um microciclo precisam ser bem planejados para a preparação do atleta ser adequada e resultar em alta performance. Portanto, a aplicação da carga de treino visa ganho de condicionamento físico e para o esportista atingir essa melhora no condicionamento físico acontece um nível de fadiga, mas para a preparação do atleta sofrer melhora o ideal é ocorrer ganho de condicionamento físico com mínimo nível de fadiga (Zatsiorsky, 1999). Caso aconteça o contrário, a preparação do esportista vai sofrer decréscimo. A preparação do atleta é o resultado da soma das mudanças do condicionamento físico (positivas) e do efeito da fadiga (negativas), a interação desses acontecimentos por causa da carga de treino pode ser expresso pelo desenho esquemático da figura 3.

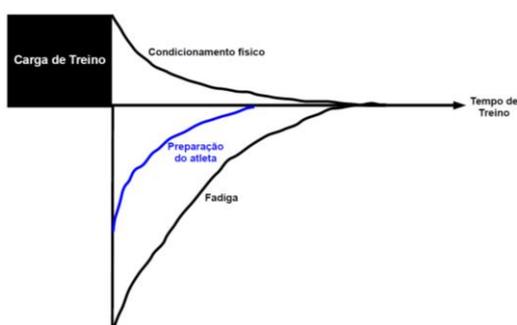


Figura 3. A teoria da fadiga e condicionamento físico norteia o efeito da carga de treino na preparação do atleta (Adaptado de Zatsiorsky, 1999).

CONCLUSÃO

A carga de treino é um conteúdo do treinamento esportivo muito importante porque conforme o tipo de carga que é aplicada no atleta acontece adaptações fisiológicas, biomecânicas, técnicas e táticas que ocasionam evolução ou piora da performance do competidor. Existem sete temas que ajudam estruturar a carga de treino. Entretanto, existem alguns conteúdos teóricos que fundamentam cientificamente a carga de treino (síndrome de adaptação geral e a supercompensação, teoria de dois fatores), sendo interessante dos cientistas aplicarem ambas em um experimento para verificar como norteiam a carga de treino. Em conclusão, a carga de treino é um conteúdo muito importante para melhorar a performance do atleta.

REFERÊNCIAS

- Barbanti, V. (2001). *Treinamento físico: bases científicas*. 3ª ed. São Paulo: CLR Balieiro.
- Bértola, D. (2010). Hans Selye y sus ratas estresadas. *Medicina Universitaria*, 12(47), 142-143.
- Bokan, B. (2010). L. P. Matveyev: theory and methodology of physical culture. *Physical Culture*, 64(1), 79-90.
- Bompa, T. (2002). *Periodização: teoria e metodologia do treinamento*. São Paulo: Phorte.
- Bompa, T. (2004). *Treinamento de potência para o esporte*. São Paulo: Phorte.

- Buckner, S., Jessee, M., Mouser, J., Dankel, S., Mattocks, K., Bell, Z., Abe, T., e Loenneke, J. (2020). The basics of training for muscle size and strength: a brief review on the theory. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 52(3), 645-653.
- Carvalho, N., e Machado, A. (2022). Comportamento da frequência cardíaca, pressão arterial e duplo produto em atletas de judô. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*, 36, 1-9.
- Costa, I. (2022). *Preparación física para el fitness y el deporte de rendimiento: una mirada revisionista*. Mar del Plata: Universidad FASTA.
- Collazo Macías, A. (2020, 4 julio). Sistema de entrenamiento multifásico: una propuesta teórica metodológica para la planificación del entrenamiento. *1ª Conferencia Online de Ciencias aplicadas al Deporte de Alto Rendimiento - COCAR*. [Curso online]. Organización:
[INDER.\[http://www.inder.gob.cu/eventos/cocar2020/documentos/Dr. C. Adalberto Collazo Mac%C3%ADas \\(Planificaci%C3%B3n\\).pdf\]\(http://www.inder.gob.cu/eventos/cocar2020/documentos/Dr._C._Adalberto_Collazo_Mac%C3%ADas_\(Planificaci%C3%B3n\).pdf\)](http://www.inder.gob.cu/eventos/cocar2020/documentos/Dr._C._Adalberto_Collazo_Mac%C3%ADas_(Planificaci%C3%B3n).pdf)
- Cunanan, A., DeWeese, B., Wagle, J., Carroll, K., Sausaman, R., Hornsby, W., Haff, G., Triplett, N., Pierce, K., e Stone, M. (2018). The general adaptation syndrome: a foundation for the concept of periodization. *Sports Medicine*, 48(787), 1-12.
- Dantas, E. (1995). *A prática da preparação física*. 3ª ed. Rio de Janeiro: Shape.
- Dantas, E., Luján, J., Bispo, M., Godoy, E., Santos, C., Bello, M., e Cuadras, G. (2022). Criteria for identifying and assessing sports training periodization models. *Retos*, -(45), 174-183.
- Forteza, A. (2001). *Treinamento desportivo: carga, estrutura e planejamento*. São Paulo: Phorte.
- Forteza, A. (2004). *Treinar para ganhar: a versão cubana do treinamento desportivo*. São Paulo: Phorte.
- Forteza, A., e Farto, E. (2007). *Teoría, metodología y planificación del entrenamiento: de lo ortodoxo a lo contemporáneo*. Sevilla: Wanceulen.
- Jackson, M. (2012). The pursuit of happiness: the social and scientific origins of Hans Selye's natural philosophy of life. *History of the Human Sciences*, 25(5), 13-29.
- Leshem, Y., e Kuiper, P. (1996). Is there a GAS (general adaptation syndrome) response to various types of environmental stress? *Biologia Platarum*, 38(1), 1-18.
- Marques Junior, N. (2017). Carga de treino do esporte de alto rendimento: revisitando o conteúdo. *Revista Europa del Este Unida*, -(3), 42-74.
- Marques Junior, N. (2020a). Periodization models used in the current sport. *MOJ Sports Medicine*, 4(1), 27-34.
- Marques Junior, N. (2020b). Specific periodization for the volleyball: the importance of the residual training effects. *MOJ Sports Medicine*, 4(1), 4-11.
- Marques Junior, N. (2022). Periodização para o esporte contemporâneo. *Revista de*

Investigación Cuerpo, Cultura y Movimiento, 12(2), 1-22.

- Marques Junior, N., e Pereira, T. (2013). Ajuste de curva monoexponencial da cinética do VO₂: um estudo com Excel®. *Lecturas: Educación Física y Deportes, 18(180), 1-21.*
- Marques Junior, N., Arruda, D., e Api, G. (2019). Periodização tradicional no voleibol (parte 1). *Revista Con-Ciencias del Deporte, 1(2), 31-55.*
- Martins, F. (2003). *A periodização tática segundo Vítor Frade.* (Monografia). Porto, Universidade do Porto, Portugal.
- Masson, G., e Selye, H. (1938). Réaction générale d`adaptation. Ses indications pratiques. *Canadian Journal of Comparative Medicine, 11(11), 282-285.*
- Matveev, L. (1977). *Periodización del entrenamiento deportivo.* Madrid: INEF.
- Matveev, L. (1991). *Fundamentos do treino desportivo.* 2ª ed. Lisboa: Horizonte.
- Matveev, L. (1995). *Preparação desportiva.* São Paulo: FMU.
- Matveev, L. (1997). *Treino desportivo: metodologia e planeamento.* Guarulhos: Phorte.
- Mitsumume, T., e Kayashima, E. (2013). Possibility of delay in the super-compensation phase due to aging in jump practice. *Asian Journal of Sports Medicine, 4(4), 295-300.*
- Monteiro, A. (2002). *Treinamento personalizado: uma abordagem didática-metodológica.* 2ª ed. São Paulo: Phorte.
- Monteiro, A., e Lopes, C. (2015). *Periodização esportiva – estruturação do treinamento.* 2ª ed. São Paulo: AG Editora.
- Mukhopadhyay, K. (2021). Physiological basis of adaptation through super-compensation for better sporting result. *Advances in Health and Exercise, 1(2), 30-42.*
- Mukhopadhyay, K. (2022). Concept of sports training periodization for better performance: a critical discussion. *Turkish Journal of Kinesiology, 8(3), 83-96.*
- Navarro, F. (1998). *La resistencia.* Madrid: Gymnos.
- Robert, A. (1985). My years with Selye. In. Half a century of stress research: a tribute to Hans Selye by his student and associates. *Experientia, 41(5), 559-700.*
- Rondon, M., Santos, A., Martinez, D., Alonso, D., Rondon, E., e Zamo-Roth, F. (2010). Fisiologia integrativa no exercício físico. Em. C. Negrão, e A. Barretto (Eds.). *Cardiologia do exercício: do atleta ao cardiopata* (p. 38-72). 3ª ed. Barueri: Manole.
- Selye, H. (1936). A syndrome produced by diverse nocuous agents. *Nature, 138(32), 4.*
- Selye, H. (1937). Experimental production and prevention of appendicitis with histamine. *Canadian Medical Association Journal, 36(5), 462.*
- Selye, H. (1938a). Adaptation energy. *Nature, 21(-), 926.*

- Selye, H. (1938b). Experimental evidence supporting the conception of “adaptation energy”. *American Journal of Physiology Legacy Content*, 123(3), 758-765.
- Selye, H. (1956). *The stress of life*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Stone, M., Horsnsby, W., Haff, G., Fry, A., Suarez, D., Liu, J., Ravé, J., e Pierce, K. (2021). Periodization and block periodization in sports: emphasis on strength-power training – a provocative and challenging narrative. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(8), 2351-2371.
- Szabo, S., Taché, Y., & Somogyi, A. (2012). The legacy of Hans Selye and the origins of stress research: a retrospective 75 years after his land mark brief “letter” to the editor of Nature. *Stress*, 15(5), 472-478.
- Szabo, S., Yoshida, M., Filakovszky, J., e Juhasz, G. (2017). “Stress” is 80 years old: from Hans Selye original paper in 1936 to recent advances in GI ulceration. *Current Pharmaceutical Design*, 23(-), 4029-4041.
- Taché, Y. (1985). A tribute to the pioneering contributions of Hans Selye: an appraisal through his books. In. Half a century of stress research: a tribute to Hans Selye by his student and associates. *Experientia*, 41(5), 559-700.
- Verkhoshanski, Y. (1999). The skills of programming the training process. *New Studies in Athletics*, 14(4), 45-54.
- Vasconcelos Raposo, A. (2000). *Planificación y organización del entrenamiento deportivo*. Barcelona: Paidotribo.
- Verkhoshanski, Y., e Siff, M. (2004). *Superentrenamiento*. Barcelona: Paidotribo.
- Villar, C. (1987). *La preparación física del futbol basada en el atletismo*. 3ª ed. Madrid: Gymnos.
- Viru, A. (2002). Early contributions of Russian stress and exercise physiologists. *Journal of Applied Physiology*, 92(4), 1378-1382.
- Viru, A., e Viru, M. (2000). Nature of training effects. *Exercise and Sport Science*, -(-), 67-95.
- Viru, A., e Viru, M. (2003). *Análisis y control del rendimiento deportivo*. Barcelona: Paidotribo.
- Yakovlev, N. (1975). The role of sympathetic nervous system in the adaptation of skeletal muscle to increased activity. In. H. Howald, e J. Poortmans (Eds.). *Metabolic adaptation to prolonged physical exercise* (p. 293-294). Birkhäuser: Basel.
- Zakharov, A. (1992). *Ciência do treinamento desportivo*. Rio de Janeiro: GPS.
- Zatsiorsky, V. (1999). *Ciência e prática do treinamento de força*. São Paulo: Phorte.