

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
CURSO DE BACHARELADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA
ATIVIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

HERBERT RUBEM ZIMMER

**TREINAMENTO COM ELETROESTIMULAÇÃO DE CORPO INTEIRO E NÍVEIS DE
CREATINA QUINASE**

São Leopoldo/RS

2021

HERBERT RUBEM ZIMMER

TREINAMENTO COM ELETROESTIMULAÇÃO DE CORPO INTEIRO E
NÍVEIS DE CREATINA QUINASE

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito para obtenção
de título de Bacharel em Educação Física
da Universidade do Vale do Rio dos Sinos
- UNISINOS

Orientador: Prof. Dr. Kleber Brum de Sá

São Leopoldo/RS

2021

SUMÁRIO

1. REFERENCIAL TEÓRICO	4
2. METODOLOGIA	10
2.1 Critérios de inclusão / exclusão.....	11
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
4. CONCLUSÃO	22
5. REFERÊNCIAS.....	23

RESUMO

O treinamento com eletroestimulação de corpo inteiro é uma modalidade recente, que está se popularizando no Brasil. Onde através de um colete específico é trabalhado diversos músculos ao mesmo tempo, utilizando de impulsos elétricos que geram contrações musculares. Devido à muita controvérsia sobre sua segurança e relatos de efeitos colaterais negativos relacionados a dano muscular excessivo, este trabalho de pesquisa, através de revisão bibliográfica foi idealizado.

Para tal, foi realizada uma busca de artigos publicados a partir de 2015 na base de dados Capes, que analisassem os níveis de creatina quinase (CK), antes e após sessões de treinamento, seguindo critérios de inclusão e exclusão predefinidos. Foram encontrados 125 artigos, que após devida filtragem e leitura, apenas 5 estudos foram considerados para apresentação e discussão.

Os estudos revisados mostram um aumento da creatina quinase após sessões de treinamento, em níveis que diferem bastante entre os indivíduos, porém mesmo em níveis mais altos, não é encontrado nenhum efeito colateral que possa levar a um problema mais grave, como a Rabdomiólise, o que indica ser uma modalidade segura.

Palavras chave: Eletroestimulação. Corpo inteiro. Creatina quinase. Dano muscular. Rabdomiólise.

1. REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo Fleck e Kraemer (2017), o treinamento resistido, também conhecido como treinamento de força ou com pesos, se tornou muito popular para melhorar a aptidão física e condicionamento de atletas. Estes treinos são utilizados para descrever um tipo de exercício que exige movimentos da musculatura corporal contra uma força oposta. Dentro destes termos segundo os autores, há uma gama maior de modalidades que utilizam diversos materiais.

Conforme Fleck e Kraemer (2017), as pessoas que participam de programas de treinamento esperam ter benefícios relacionados a saúde e aptidão física, como aumento de força, massa magra, diminuição de gordura e melhoria do desempenho na vida diária. Segundo eles um programa de treinamento bem elaborado pode produzir todos esses benefícios ao mesmo tempo, priorizando um ou vários deles.

Segundo os autores, programas de treinamento que fazem combinações de séries, repetições e cargas, são bons para aumentos de força e hipertrofia que resultam nos benefícios que os participantes buscam. Uma repetição é um movimento completo de um exercício. Ela normalmente consiste em duas fases: a ação muscular concêntrica, ou o levantamento da carga, e a ação muscular excêntrica, ou o abaixamento da carga. Em alguns exercícios, uma repetição completa pode envolver vários movimentos e, conseqüentemente, várias ações musculares. Série é um grupo de repetições realizadas continuamente, sem interrupção ou descanso. Apesar de uma série ter a possibilidade de consistir em qualquer número de repetições, normalmente são utilizadas de 1 a 15 repetições.

Segundo Fleck e Kraemer (2017), os ganhos de aptidão física continuarão conforme o treinamento permanecer efetivo, algo que, segundo eles, requer aumento da dificuldade, que pode ser variável conforme a intensidade, o tempo descanso, velocidade de movimento, volume de treino.

Uma nova modalidade de treinamento resistido que vem chamando cada vez mais a atenção é a eletroestimulação de corpo inteiro (WB-EMS, do inglês whole-body electromyostimulation), originalmente criada e lançada comercialmente na Alemanha em 2009, é uma tecnologia de treinamento promissora. Segundo Peris (2018), a eletroestimulação vem sendo usada na reabilitação de lesões à muitos anos, porém ultimamente tem sido visto um crescimento do uso dela para o treinamento, devido às novas tecnologias inventadas na área, onde passamos de estímulos localizados em

músculos específicos, para novos coletes que são capazes de estimular diversos músculos ao mesmo tempo, que muitas vezes são ignorados pelos métodos de treinamento convencionais, junto a movimentos dinâmicos e estáticos que podem ser variados de todas as maneiras, isso tudo em questão de 20 minutos de treinamento, que faz com que seja uma das modalidades mais rápidas de treino.

Conforme Kemmler et al. (2016), comparando o efeito do WB-EMS com o treinamento de resistência convencional, ambos os métodos foram relatados como igualmente eficazes na composição corporal, como ganho de massa muscular e perda de gordura, além de melhorar a força, potência e o cardiorrespiratório. Devido à sua excepcional eficiência de tempo, facilidade de articulação e configuração individualizada, o WB-EMS pode ser uma boa escolha para pessoas incapazes ou simplesmente indispostas de conduzir protocolos de treinamento de resistência intensos.

De acordo com Peris (2018), a eletroestimulação consiste em promover contrações musculares através de um aparelho gerador de correntes elétricas similares as emitidas por nosso cérebro, a qual é capaz reproduzir a fisiologia natural de contração. O impulso elétrico chega ao neurônio motor, localizado no ventre muscular, a qual é a área onde o músculo tem maior volume a ser encurtado provocando assim, uma ação muscular.

Conforme Kemmler e Stengel (2013), o equipamento de eletroestimulação de corpo inteiro permite a ativação simultânea de até 14 a 18 regiões ou 8 a 12 grupos musculares (ambas as pernas, braços, nádegas, abdômen, tórax, parte inferior das costas, parte superior das costas, grande dorsal e quatro opções livres) com intensidade selecionável para cada região. Somando a área estimulada, até 2.800 cm² podem ser ativados simultaneamente. A intensidade da corrente pode ser selecionada e modificada individualmente durante a sessão.

De acordo com Peris (2018), há diversos parâmetros dentro do treinamento com eletroestimulação o qual, produzirá efeitos diferentes sobre a pessoa que está treinando. Um parâmetro utilizado no treinamento é a intensidade da corrente elétrica medida em miliamperes (mA), que irá determinar o número de fibras musculares que serão recrutadas. Outro parâmetro é a Cronaxia, que é medida em microssegundos que se refere a duração da onda elétrica que produzirá a despolarização do nervo motor e conseqüentemente a contração muscular, ela pode variar de 150µs a 400µs dependendo do grupo muscular e da força. O próximo parâmetro é a frequência

medida em Hz, que vai determinar o número de impulsos por segundo que vão ocorrer, que será essencial para determinar o objetivo do treinamento, onde entre 45 a 55Hz, será mais voltado a tônus muscular, entre 60 a 75Hz, a ganhos de massa muscular, força e resistência, de 80 a 100Hz, voltado a força máxima e acima disto para ganhos de potência muscular. Em relação à frequência de impulso, Ludwig et al (2019), diz que as frequências de estimulação de até 50 Hz parecem ativar principalmente as fibras musculares mais lentas do tipo I, enquanto as frequências entre 50 e 120 Hz parecem estimular as fibras do tipo II mais rápidas.

Teschler (2019), relata que todos os estudos WB-EMS usam uma relação de carga elétrica de 4-6s de corrente contra 4s de intervalo de descanso, o que significa 10-12 min sob carga com 8 –10 min de descanso. Em relação à prática do treinamento de WB-EMS, o foco geralmente está na fase excêntrica do movimento. Uma vez que os exercícios excêntricos são conhecidos por maiores danos aos músculos, a combinação com uma estimulação adicional muito intensa pode prejudicar especialmente os novatos de forma mais severa.

Segundo Kemmler et al. (2016), devido à capacidade de inervar grandes áreas musculares simultaneamente, o WB-EMS apresenta muitos fatores conhecidos por estarem relacionados a danos musculares e aumento dos níveis de creatina quinase (CK), onde a literatura recente apresenta diversos casos relacionados à rabdomiólise induzida pelo treinamento de eletroestimulação. Assim, uma aplicação adequada é essencial para prevenir a rabdomiólise e as consequências renais, hepáticas e cardíacas correspondentes.

Segundo Powers e Howley (2014), a velocidade das reações bioquímicas celulares é regulada por moléculas catalisadoras chamadas de enzimas. São proteínas que exercem um papel importante na regulação das vias metabólicas celulares. Elas não fazem uma reação acontecer, mas simplesmente regulam a taxa ou velocidade em que essa reação ocorre.

Conforme Kanaan et al. (2014), a maioria das enzimas se encontra no interior das células contidas na membrana celular. No plasma, existem em pequenas quantidades, o que é atribuído a renovação habitual das células. A elevada concentração de enzimas no interior das células, em contraste com suas baixas concentrações no plasma, torna a medida da atividade enzimática um indicador extremamente sensível de alteração tecidual. Devido à diferente distribuição das enzimas pelos tecidos, muitas vezes podemos inferir o tipo de tecido lesado por meio

da medida da atividade enzimática. A magnitude da elevação da enzima no plasma pode indicar a extensão da lesão, como é o caso da creatina quinase.

De acordo com Antunes Neto et al. (2012), a liberação de proteínas musculares, tais como a CK é tida como uma evidência de dano muscular, pois normalmente está enzima é incapaz de atravessar membranas celulares. Desta forma, considera-se que a liberação de CK, via vasos linfáticos, refletiria alterações importantes ocorridas na estrutura das membranas, tornando-as mais permeáveis a grandes moléculas tais como, as proteínas.

Conforme Zanin Ferreira et al. (2019) cita Brancaccio et al. (2007), os exercícios extenuantes causam alterações reversíveis nas estruturas das células musculares esqueléticas, como elevações no nível da sensibilidade quanto a permeabilidade da membrana do sarcolema e das proteínas musculares, ocorrendo a liberação das enzimas para o meio extracelular, sendo absorvido pelo sistema linfático e devolvido na circulação. Níveis elevados de CK em indivíduos considerados saudáveis podem estar relacionados com o seu status de treinamento físico e de recuperação, mas se estes níveis permanecerem elevados em repouso pode ser um indicativo de miopatias.

Segundo Antunes Neto et al. (2017), cita Uchida et al. (2009), a CK vem sendo utilizada como um marcador de estresse muscular decorrente da atividade física, onde pode ser usada como um indicador de uma futura lesão e também para monitorar a carga de treinamento, onde pode indicar a síndrome do overtraining, na qual se tem um nível de treino maior do que se pode recuperar. Quanto maior a intensidade e o tempo desse exercício, maior a quantidade de micro lesões musculares que permitem o extravasamento desta enzima para seu meio extracelular. A literatura apresenta que o aumento de CK está bem relacionado com exercícios de força de alta intensidade ou atividades cíclicas de alto volume.

Conforme Koch et al. (2014), há uma grande variabilidade de fatores que complicam a atribuição de valores de referência confiáveis, pois fatores como o nível de treinamento de cada indivíduo, os grupos musculares envolvidos na atividade, o tipo de exercício realizado, além do gênero e da composição corporal podem influenciar os níveis de CK em maior extensão do que as diferenças no volume de exercício concluído.

Segundo Vassilis Mougios (2007), que realizou estudo com atletas e não atletas, onde analisou os níveis de creatina quinase, para encontrar intervalos de referência,

a concentração de CK atinge um pico de 1 a 4 dias após o exercício e permanece elevada por vários dias. Assim, os atletas que participam de treinamento diário têm valores de repouso mais elevados do que os não atletas, mas ainda há outra situação, a repetição de um exercício após vários dias ou mesmo de semanas causa menos danos à fibra muscular do que o causado pelo exercício anterior. Conforme encontrado no estudo os intervalos de referência para atletas masculinos foram de 82 à 1083 u/l, já para atletas femininas foram de 47 à 513 u/l. Estes limites foram o dobro dos encontrados em não atletas, mas que se exercitavam, na qual foram de 45 à 491 u/l no sexo masculino e de 25 à 252 u/l no sexo feminino. Já para pessoas inativas a literatura mostra limites superiores de 171 u/l para homens e 145 u/l para mulheres.

Conforme Magalhães et al. (2018), a prática esportiva é comumente acompanhada por dor muscular, seja devido à ação muscular vigorosa relacionada à sua intensidade ou à duração do esforço mantido. Quando se trata de exercícios voltados a ganhos em força e hipertrofia muscular, essa dor é uma constante reconhecida, pois esse processo adaptativo envolve lesão e inflamação tecidual.

O dano muscular causado por um esforço físico ao qual não se está habituado, ou cuja intensidade foi incrementada de forma abrupta ou associada ao incremento do volume, é normalmente superado sem grandes complicações para a saúde.

No entanto, cada vez mais, observa-se um aumento de casos reportados pela literatura médica de síndromes e complicações à saúde ocasionadas pelo dano muscular excessivo ou pela presença de outros fatores que desencadeiam quadros de internação e emergência hospitalar. Esses quadros clínicos, especificamente, vão além da dor muscular normal que se sente por alguns dias após a atividade muscular e podem ser indicadores de uma síndrome conhecida como Rabdomiólise.

Segundo Magalhães et al. (2018), a rabdomiólise pode ser definida como a destruição ou desintegração do músculo esquelético estriado, consistindo em uma síndrome caracterizada pela degradação e necrose do músculo, cuja causa mais comum é o estresse muscular excessivo induzido por trauma, atividade física, infecções, toxinas, substâncias químicas ou doenças associadas, resultando no vazamento de componentes musculares intracelulares para a circulação e para o fluido extracelular. É uma condição patológica complexa que culmina na dissolução rápida do músculo esquelético danificado em resposta a elevado nível de estresse extrínseco. O risco mais letal consiste na possibilidade desse quadro evoluir à falência renal grave. Há anos, o exercício físico e variáveis associadas vem sendo reportados

como desencadeadores dessa síndrome, incluindo a prática extenuante de exercícios de força muscular e de resistência de força. Porém, tão importante quanto o exercício como causa primária da rabdomiólise, são as causas secundárias que, associadas ao exercício, possuem grande potencial de desenvolvimento e agravamento da síndrome. As mais comuns envolvem o uso de substâncias como drogas (lícitas ou ilícitas), esteroides anabolizantes, diuréticos; ingestão alcoólica; fatores estressantes externos, como a temperatura e umidade do ambiente; e até fatores de predisposição genética, como condições patológicas.

Seu diagnóstico eficaz e exato deve se basear em exames laboratoriais, observando-se principalmente a elevação nos níveis plasmáticos da enzima CK, de eletrólitos como sódio e potássio e de mioglobinas séricas e na urina (mioglobinúria).

O resultado dessas alterações é o quadro inflamatório em questão, uma miólise em cascata autossustentável que causa necrose das fibras musculares e libera o conteúdo muscular no espaço extracelular e na corrente sanguínea. Então, reitera-se o dano na membrana celular como desencadeador inicial de toda essa cascata, potencialmente causado por fatores que incluem a atividade vigorosa de força muscular. Porém, um dos principais desafios no diagnóstico de rabdomiólise por esforço é o fato da atividade sérica de CK subir naturalmente após o exercício extenuante em quase todos os seres humanos normais. Além disso, os processos acima explicados que levam à manifestação dessa síndrome são similares (quando não, idênticos) aos mecanismos de indução do dano muscular. Há, portanto, uma tênue linha entre o diagnóstico da rabdomiólise (de caráter nocivo e prejudicial à saúde) e o dano muscular (essencial para o processo de adaptação ao treinamento de força).

De acordo com Kristina Stahl et al. (2020), não existe uma definição formal aceita para determinar quando a CK elevada é considerada rabdomiólise. Em revisão recente encontraram diversos estudos que variavam bastante os critérios para definir os parâmetros para rabdomiólise. Porém o nível mais encontrado nos estudos analisados e recomendado na revisão, determinam que um valor de CK maior de 1000 u/l ou 5x maior que o limite superior que é de 200 u/l trazem um diagnóstico de rabdomiólise leve. Alguns estudos colocam CK maior de 5000 u/l como uma rabdomiólise grave.

Clarkson et al. (2006), em estudo, encontraram níveis de CK maiores de 10000 u/l, mas nem sempre estes níveis elevados de CK acabam sendo percebidos e

desenvolvem comprometimentos renais, pois já se encontram níveis de creatina quinase maiores de 40000 u/l, sem levar a maiores problemas. O que contribuiu para a hipótese de que fatores situacionais ou genéticos adicionais, como doenças, desidratação, uso de suplementos ou drogas, estresse por calor ambiental ou traço falciforme podem ser necessários para que a rabdomiólise por esforço resulte em insuficiência renal aguda.

Embora a eletroestimulação já exista a muito tempo na fisioterapia, ela aliada ao treinamento, é algo recente no qual não há um grande número de pesquisas e como consequência muitas dúvidas a respeito dos seus benefícios e malefícios. A maior parte das pesquisas publicadas recentemente e até revisões bibliográficas já feitas, tratam sobre alterações na composição corporal como percentuais de gordura, massa magra e aptidões físicas como: força, potência, entre outras. Por isso a importância desta pesquisa em reunir o que já foi publicado a respeito dos efeitos na creatina quinase (CK) e dano muscular, afim de esclarecer estes outros pontos que envolvem este tipo de modalidade.

2. METODOLOGIA

A pesquisa bibliográfica foi realizada usando o Portal de Periódicos da Capes com delimitação de tempo dos estudos entre o ano de 2015 a agosto de 2021. Foram utilizadas as seguintes palavras chaves em inglês, “electrostimulation”, “electromyostimulation”, “whole-body electromyostimulation”, “whole-body electrostimulation”, “electro-myo-stimulation”, intercaladas com o descritor “OR” para definir a pesquisa da eletroestimulação de corpo inteiro, associada com o descritor “AND” e as palavras chaves “rhabdomyolysis”, “creatine kinase”, “creatinkinase”, para definir a busca dos efeitos colaterais nos índices de creatina quinase. Entraram na pesquisa artigos em inglês, alemão e espanhol.

Foram analisados os títulos e resumos para identificação dos artigos mais interessantes e após, lidos por completo. Também foi realizada uma busca nas referências de artigos previamente escolhidos afim de encontrar outros artigos de interesse.

2.1 Critérios de inclusão / exclusão

Foram considerados apenas artigos revisados por pares, que tivessem no mínimo 4 semanas de intervenção quanto ao tempo de duração e tivessem dois grupos, controle e intervenção. Somente foram levados em conta os estudos, onde o sangue fosse coletado e analisado ao início e fim do período de intervenção e apresentassem os resultados de níveis de CK com as devidas médias e desvios padrões. Somente estudos que analisaram seres humanos, sem limitar seu sexo, idade ou condição física, foram levados em consideração. Os participantes desses estudos podem ter um bom estado de saúde ou sofrer de uma doença. Além disso, os estudos incluídos nesta revisão devem aplicar a estimulação elétrica de corpo inteiro nos membros inferiores e superiores simultaneamente como uma intervenção, excluindo com aplicação de eletroestimulação em grupos musculares selecionados.

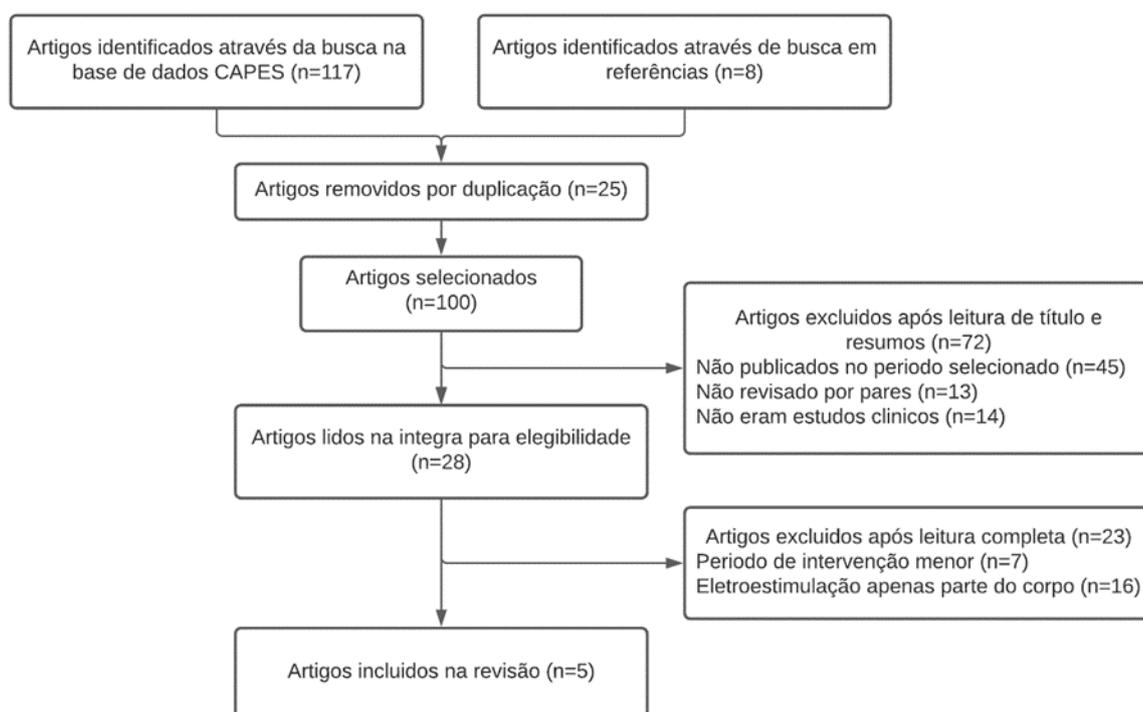


Figura 1 – Fluxograma de Seleção dos Artigos

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a devida busca na base de dados e da filtragem seguindo os critérios de seleção, apenas 5 artigos foram considerados para a revisão, conforme tabela abaixo. Para a apresentação e discussão dos artigos, houve a divisão em 2 partes, uma considerando os artigos, que foram 3, onde analisaram os níveis de CK em aspecto mais longitudinal, com coletas de dados no início, meio e fim dos estudos, já a outra parte, com 2 artigos, que fizeram coletas de dados apenas ao início e fim dos estudos.

Quadro de sistematização das literaturas

Autores e ano	Tipo de Estudo	Qualis da Revista	Objetivo do estudo	Participantes	Instrumento de Avaliação	Duração do Estudo	Procedimentos	Resultados nível de CK
Teschler et al (2021)	Estudo clínico	A1	Investigar os efeitos da WB-EMS na força e função muscular durante reabilitação médica.	48 no grupo WB-EMS 44 no grupo controle 42 no grupo EMS parte do corpo	SYNLAB MVZ Laboratory (Leverkusen, Alemanha)	4 semanas	Sessões de WB-EMS de 20 min 1° e 4° semanas 1x 2° e 3° semanas 2x 8 exercícios	↑WB-EMS vs GC p <0,01
Ludwig et al (2020)	Estudo clínico	A2	Descobrir se um treinamento conjunto com WB-EMS pode ter maior impacto nos parâmetros de força máxima de jogadores de futebol do que exercícios de regulares de força.	32 jogadores masculinos de 15 a 17 anos. 18 no grupo WB-EMS 14 no grupo controle	Fotômetro Vario II	10 semanas	GC treino de força 20min GEMS treino de força 20min com WB-EMS 10 Exercícios 6-7 Escala RPE 10 Semanas de duração Treino 1x por semana	↑WB-EMS vs GC Pré – Pós 1ª sessão ↑p <0,05
Kemmler et al (2020)	Estudo clínico	A1	Investigar se há resultados de saúde negativos em homens obesos sarcopênicos após suplementação alta de proteína e treinamento WB-EMS	33 no grupo controle 33 no grupo Proteína 34 no grupo WB-EMS & P	Cobas 8000 com reagentes do fabricante Roche	16 semanas	Sessões de WB-EMS de 20 min 1,5x semana durante 16 semanas 8 exercícios Escala Borg de 6-7	↑WB-EMS vs P vs GC ↑p <0,01 Dentro do grupo WB-EMS Início vs Final

Schink et al (2018)	Estudo clínico	A2	Examinar o treinamento de WB-EMS e suporte nutricional individualizado na composição corporal de pacientes com câncer avançado em tratamento oncológico	24 no grupo Controle 58 no Grupo WB-EMS	Laboratório Central do Hospital Universitário de Erlangen	12 semanas	Sessões de WB-EMS de 20 min 7 exercícios 2x semana por 12 semanas	↑WB-EMS ↑Semana 8 vs linha base $p \leq 0,01$ ↑Semana 12 vs linha base $p \leq 0,05$ ↓Semana 13 vs Semana 8 $p \leq 0,05$
Filipovic et al (2016)	Estudo clínico	A2	Investigar o efeito de um programa de treinamento WB-EMS na força muscular, sprint, salto e desempenho de velocidade de chute em jogadores de futebol de elite.	22 jogadores masculinos 12 no grupo WB-EMS 10 no grupo controle	Enzyme-linked Immunosorbent Assay (ELISA)	14 semanas	GC treino de salto GEMS treino de salto + WB-EMS Treinos 2x semana + 6-7 treinos de futebol durante 12 semanas	Análise post-hoc $p < 0,05$ Dentro do grupo WB-EMS Linha base vs Semana 7 Efeitos agudos Pré vs 24h pós 1° sessão ($p < 0,01$) Semana 7 ($p < 0,05$)

Os resultados encontrados mostram que, em todos os artigos os níveis de CK se elevam em comparação com os grupos controles, porém com diferenças entre eles, onde alguns apresentam números mais elevados, principalmente durante o início dos estudos, há diferenças significativas principalmente quando comparados valores antes e depois de sessões de treinamento. Em todos os casos os níveis de CK diminuiram ao final dos estudos e nenhum efeito colateral negativo foi relatado.

Nesta primeira parte onde foram analisados os artigos mais longitudinais, Filipovic et al. (2016), realizaram um estudo que tinha por objetivo investigar os efeitos de um programa de treinamento dinâmico com eletroestimulação de corpo inteiro durante a temporada de jogadores de futebol de elite, na força máxima, desempenho de corrida e salto, e capacidade de chute. Também buscou observar os efeitos sobre os parâmetros hormonais e enzimáticos para explicar possíveis adaptações, como hipertrofia. Para realizar o estudo selecionaram vinte e dois jogadores profissionais de futebol masculino, da 4ª divisão Alemã, sendo o primeiro estudo deste tipo com atletas de futebol de elite. Os atletas foram divididos em dois grupos, um de treinamento de

salto aliado à eletroestimulação de corpo inteiro e um grupo de treinamento de salto sem eletroestimulação, como grupo controle. Todos os jogadores realizavam de 6 a 7 treinos por semana e competiam uma vez por semana nos campeonatos. As sessões de treinamento padrão duravam de 70 a 90min. Os treinos de salto ocorriam duas vezes por semana, realizado às segundas e quintas-feiras, para obter um intervalo de 48 horas de descanso entre as duas sessões, além dos 6 a 7 treinos de futebol e uma partida no final de semana. O treinamento com eletroestimulação foi realizado com colete de corpo inteiro próprio para a prática. Os jogadores começavam com um aquecimento de 2-3 minutos com movimentos fáceis e saltos com uma intensidade de estimulação leve a moderada. A intensidade da estimulação foi aumentada individualmente a cada semana. Os jogadores foram instruídos a manter uma alta intensidade de estimulação correspondente a 18-19 na escala de Borg. Eram realizados 3 séries de 10 saltos máximos de agachamento com uma pausa de 60s por série. O outro grupo de controle realizou a mesma quantidade de saltos com intervalo e condução idênticos duas vezes por semana em dias semelhantes, além de 6 a 7 sessões de treinamento específico de futebol por semana. Para avaliar os níveis de CK no sangue, foram coletados dados 3 vezes, na linha base ao início do estudo, após 7 semanas e ao término das 14 semanas de intervenção. Em cada teste, as amostras de sangue foram retiradas antes da sessão de treino, 15-30 minutos após e 24 horas depois da sessão. Os resultados encontrados no grupo WB-EMS foram na linha de base 1º semana, antes do treinamento, média de 530u/l, 24h depois média de 1200ul, já na 7º semana, antes da sessão de treino 1200u/l, 24h depois 1900u/l e na 14º semana, antes da sessão de treino 600u/l, 24h depois 650u/l. Já o grupo controle sem a eletroestimulação, durante as medições na linha base, 7º semana e 14º semana, tanto antes e 24h depois, manteve níveis de CK na faixa de 500u/l à 600u/l de média.

Segundo os autores, devido ao aumento constante na intensidade de estimulação, acrescentado a uma carga de treinamento maior durante as primeiras seis semanas, devido a preparação para a temporada, a CK no grupo WB-EMS permaneceu em um nível muito alto até a semana 7, principalmente com um aumento significativo logo na 1º semana de estudo. Esta carga maior de treinamento, pode ter sobrecarregado o sistema muscular de alguns jogadores, o que teria dificultado a transferência de força. Para comparação, foi documentado uma CK média de 300 à 500 u/l em uma semana de treinamento normal. Segundo os autores, os achados

estão de acordo com os resultados de Jubeau et al. (2008), mostrando que o treinamento com eletroestimulação pode liberar CK significativamente maior em comparação ao exercício voluntário.

Já, Ludwig et al. (2020) realizaram um estudo que teve como objetivo descobrir se um treinamento físico com utilização de WB-EMS e duração de 10 semanas, sendo realizado uma vez por semana, poderia ter um impacto positivo nos parâmetros de força máxima em jogadores jovens de futebol de elite, do que apenas exercícios regulares de força. Para a realização do estudo foram selecionados inicialmente 32 jogadores de futebol juvenil, do sexo masculino, de uma academia de juniores, com idade entre 15 e 17 anos. O treinamento habitual dos jogadores incluía quatro sessões de treino por semana, na qual uma delas era uma sessão de treinamento atlético de 45 minutos, com treinamento de força de 20 minutos, mais uma partida. Quatorze jogadores foram designados para o grupo de controle que realizou apenas o treinamento de força convencional de 20 minutos durante o período, sem WB-EMS. Dezoito jogadores foram designados para o grupo WB-EMS. Durante o estudo dois jogadores do grupo de controle tiveram que desistir devido a lesões sofridas durante as partidas da liga. Portanto, dados de apenas 30 jogadores foram analisados. Durante o treinamento semanal, para ambos os grupos, foi incluída uma sessão de treinamento de força de 20 minutos que consistia em dez exercícios estáticos e dinâmicos. Os exercícios foram escolhidos para treinar força máxima, resistência de força e força explosiva. Alguns exercícios foram dificultados por pesos adicionais padronizados, que eram os mesmos para cada participante. O treinamento de força foi realizado em vários dias, nos quais não haviam treinamento de futebol. O grupo WB-EMS realizou os mesmos exercícios do grupo controle, com a diferença de que os músculos foram estimulados eletricamente e que sua velocidade de movimento durante a série de exercícios foi estritamente regulada. A intensidade do treinamento foi controlada por meio da escala RPE, intervalo de 6 a 7, igual a moderado-forte. As sessões de treino foram realizadas uma vez por semana e para cada atleta sempre no mesmo horário do dia. Foram analisados os níveis de creatina quinase no sangue no início e durante o estudo afim de monitorar uma possível sobrecarga muscular. Foi definido um limite para a CK de 1.000u/l. O sangue foi coletado antes do primeiro treinamento WB-EMS, 72 horas após a primeira sessão, 72 horas após a segunda sessão e 72 horas após o 8º treinamento. Através da análise do sangue, foi constatado que dois jogadores do grupo WB-EMS, tinham valores de CK maiores de 1.000u/l já

antes do início do estudo (1.752 e 1.701 u/l). O início da intervenção foi adiado por alguns dias para esses dois, até que os valores estivessem abaixo do limite novamente. Ambos os jogadores absolveram as mesmas 10 sessões de treinamento depois que os outros participantes. Já 72 horas após a 1ª sessão de WB-EMS, os valores de CK excederam o limite para cinco jogadores (média $5.103,6 \pm 3.283,1$ u/l), e para um jogador, o valor de CK ainda aumentou após a 2ª sessão de treinamento (1.140 u/l). Para todos os outros jogadores, o valor permaneceu abaixo do limite definido, antes da 1ª sessão ($199,3 \pm 96,1$ u/l), 72h após o 1º treinamento ($382,7 \pm 168,7$ u/l), 72h após o 2º treinamento ($377,9 \pm 159,2$ u/l) e 72h após o 8º treinamento ($427,4 \pm 154,1$ u/l). O grupo controle foi amostrado e apresentou valores médios de $194,8 \pm 35,9$ u/l antes do início da intervenção até um máximo de 426 u/l após a semana 8.

Segundo os autores, os valores de CK que aumentaram significativamente após a 1ª sessão de treinamento, apontam para micro lesões no músculo, possivelmente devido a uma alta carga de treinamento causada pela contração intensiva de grandes músculos conforme citam (Meyer e Meister, 2011). Os diferentes valores de CK mostram que o monitoramento do treinamento por meio do controle dos parâmetros sanguíneos é recomendado para evitar possível sobrecarga muscular permanente. Deve ser considerado que, especialmente os atletas jovens, tendem a estimar sua própria carga de treinamento incorretamente, também em combinação com o pensamento competitivo enganoso. Os valores iniciais aumentados antes mesmo da intervenção WB-EMS mostram que valores mais altos, isto sem dor muscular, podem ser esperados mesmo em condições normais de competição orientada para o desempenho.

Schink et al. (2018) fizeram um estudo para examinar o efeito do treinamento de eletroestimulação de corpo inteiro (WB-EMS), com um suporte nutricional individualizado na composição corporal, principalmente na massa muscular esquelética, em pacientes com câncer avançado em tratamento oncológico. Para a pesquisa selecionaram 131 pacientes maiores de 18 anos que foram divididos em um grupo controle, onde ficaram 35 pacientes e o grupo WB-EMS que ficaram 96 pacientes. Os dois grupos também receberam suporte nutricional durante o período do estudo, que foi de 12 semanas para todos os participantes. O grupo WB-EMS realizou o treinamento de eletroestimulação duas vezes por semana, totalizando 24 treinamentos. As sessões de treino ocorriam com um intervalo de no mínimo 2 dias

entre elas, afim da recuperação muscular. Os treinos iniciaram com duração de 12 min, que foram aumentados 2 min por semana até atingir 20 min totais, para que os pacientes fossem se acostumando com a eletroestimulação. O treinamento WB-EMS incluiu exercícios físicos dinâmicos leves, totalizando sete exercícios diferentes, cada um repetido seis vezes ao longo de um período de 1 min, os quais focavam na ativação muscular dos membros superiores, membros inferiores, glúteos. Os exercícios eram muito fáceis de realizar e adequados até mesmo para pessoas fisicamente debilitadas. Afim de avaliar o grau de dano muscular foram medidos os níveis de creatina quinase (CK), nas semanas 0, 2, 4, 8 e 12 para o grupo WB-EMS. Para avaliar se os níveis de creatina iriam diminuir para os níveis basais após 12 semanas de intervenção, uma análise de sangue adicional foi realizada na semana 13 conduzida pelo Laboratório Central do Hospital Universitário de Erlangen, na Alemanha. Apenas 14 pacientes, 11 homens e 3 mulheres completaram todas as medições nos 6 pontos de tempo programados e foram, portanto, avaliados para comparação de medidas de creatina quinase. Ao longo de todo período de intervenção do estudo, o grupo WB-EMS teve a uma elevação nos valores de CK. Houve um aumento médio significativo de 2,9 vezes nas concentrações de CK desde o início até 8 semanas de WB-EMS. Este aumento permaneceu até a semana 12. Ao início do estudo a média de CK era de 104,2 u/l, numa faixa que variou entre 33-192 u/l, na 2 semana era uma média de 195,1 u/l, com faixa entre 34-817u/l, na 3 semana, média de 209,9u/l, com faixa de 39-1130 u/l, 8 semana média de 272,1 u/l, faixa de 56-626, 12 semana, média de 234,5 u/l, faixa de 55-713 u/l e 13 semana 128,1 u/l, faixa de 43–233 u/l.

Segundo os autores, o exercício físico, principalmente o treinamento de resistência intenso e também o WB-EMS, podem danificar as fibras musculares exibidas pela liberação de metabólitos musculares, como CK e mioglobina, os quais podem afetar o funcionamento renal, por isso a importância do monitoramento ao longo do estudo. Foi observado apenas um aumento moderado nas enzimas musculares, sem restrições significativas no funcionamento renal, enfatizando novamente que o treinamento supervisionado de WB-EMS é uma terapia de exercício segura.

Os resultados nestes 3 primeiros estudos, mostram que o treinamento WB-EMS aumenta os níveis de creatina quinase em relação aos grupos controles, o que colabora com a ideia de Jubeau et al. (2008) citado por Ludwig et al. (2020), onde a

eletroestimulação pode causar aumento do estresse muscular, provavelmente devido ao diferente recrutamento das unidades motoras em relação às contrações voluntárias e também confirma o que foi visto no referencial onde Teschler (2019) comenta que o foco do treinamento está em movimentos excêntricos, estes maiores causadores de danos musculares. Também foi percebido, que os níveis de CK se elevam bastante nas primeiras sessões de treinamento e tendem a diminuir com o decorrer das semanas, voltando aos níveis normais após a conclusão dos treinamentos, o qual vai ao encontro do que Ludwig et al. (2020) encontrou em outros estudos, onde pode haver um forte aumento nos valores de CK durante as primeiras sessões de treinamento, devido principalmente aos participantes iniciantes não estarem acostumados e terem uma dificuldade para estimar a carga inicial de treinamento. Por isso, os estudos começam com sessões de treino com durações menores e vão aumentando ao passar das semanas, além de todos utilizarem a escala de Borg para mensurar a intensidade, devido à dificuldade de calibrar a carga corretamente para cada pessoa. A tendência de os níveis de CK aumentarem e depois diminuírem ao longo das semanas, confirma o que Vassilis Mougios (2007), fala de que a repetição de um exercício após vários dias vai causando menos danos à fibra muscular com o passar do tempo.

Os níveis de creatina quinase nestes 3 estudos para alguns participantes, chegam a ultrapassar os limites de referência encontrados por Vassilis Mougios (2007) e os critérios encontrados por Kristina Stahl et al. (2020) para caracterizar uma rabdomiólise leve, como no caso de Ludwig et al. (2020) onde 7 participantes apresentaram CK acima de 1000u/l, porém os valores médios dos participantes ficaram dentro da normalidade considerada para atletas, já no estudo de Schink et al. (2018) os valores médios ao longo do período ficam um pouco acima do limite de referência considerado para pessoas inativas, já nos níveis máximos encontrados, os valores são bem mais elevados para algumas pessoas, principalmente na semana 4 onde há um pico de CK acima de 1000u/l. No estudo de Filipovic et al. (2016), após a primeira sessão e no meio do estudo, os participantes ainda tinham média de CK em níveis maiores de 1000u/l. Mesmo com esse aumento maior da creatina quinase para alguns participantes, não foi relatado em nenhum estudo, qualquer efeito colateral ou problema relacionado a rabdomiólise, que colabora com o que foi encontrado no referencial onde Clarkson et al. (2006), afirma que nem sempre níveis altos de CK,

levam a enfermidades como a rabdomiólise e que fatores externos podem ter influência no desenvolvimento da doença.

Nesta segunda parte, onde ficaram os estudos que observaram a CK apenas ao início e fim dos períodos, Teschler et al. (2021) recentemente finalizaram um estudo, que tinha por objetivo verificar os efeitos da eletroestimulação na função e força muscular, bem como variáveis clínicas em comparação com um grupo de controle ativo. Afim de realizar o estudo, foram selecionados cento e trinta e quatro pacientes diagnosticados com sarcopenia, através de exame de bioimpedância, que foram divididos aleatoriamente em três grupos, WB-EMS com 48 pessoas, outro grupo com EMS somente de pernas com 42 pessoas e o grupo controle com 44 pessoas. Todos os participantes receberam uma reabilitação médica, durante a qual a eletroestimulação foi administrada como tratamento adicional sobreposto. O período de intervenção do estudo foi de 4 semanas, onde cada pessoa era submetida a seis sessões de treinamento, uma durante a primeira e última semana e duas durante a segunda e terceira semana. As sessões de treinamento tinham duração de 20min, todos os participantes, de cada um dos três grupos, realizaram duas séries iguais de oito exercícios com oito repetições cada, na posição em pé. Os exercícios incluíram variações de agachamento com rosca direta de bíceps ou extensão de braço, supino e crucifixo invertido, recuos de pernas, abdominais diagonais, apoio unipodal com flexão de quadril e flexão de tronco em pé, todos sem pesos adicionais. O equipamento de WB-EMS era o Miha Bodytec II. A intensidade do treinamento foi ajustada individualmente em cada sessão, usando a percepção dos participantes na Escala de Borg 6-20 para Avaliação do Esforço Percebido (RPE). Como a estimulação muscular muito intensa deve ser evitada durante as sessões de treinamento inicial, a carga de treinamento foi continuamente aumentada. Para análise do nível de creatina quinase (CK), o sangue foi coletado no segundo dia de reabilitação, bem como no dia da saída. Como um parâmetro de segurança e para controlar a carga inicial do treinamento, os participantes do grupo WB-EMS foram testados 3 dias após sua primeira sessão de treinamento. Dos 134 participantes do estudo, 12, sendo 2 do grupo WB-EMS, 5 da EMS de pernas e 5 do grupo controle não completaram a intervenção, nenhum deles por desconforto com o treinamento. Os resultados de CK encontrados no grupo WB-EMS foram, início do estudo, média de 130,1u/l, final do estudo média de 297,6u/l. Já no grupo EMS de pernas, início média de 134,5u/l, final média de 286,6u/l. O grupo controle no início tinha valores médios de 169,4u/l e ao

final média de 158,8u/l. O monitoramento de CK após 3 dias da primeira sessão de treino WB-EMS, usado como parâmetro de segurança, mostrou média de 1270u/l.

Conforme os autores, uma vez que aplicado em um ambiente de reabilitação, uma maior segurança dos parâmetros foi obrigatória. Por isso, foi escolhida uma relação carga/repouso de 4s x 4s, enquanto outros estudos com sarcopenia usaram relações de 6s x 4s no treinamento de WB-EMS. É importante ressaltar que nenhum evento adverso foi observado durante o estudo, tornando o protocolo relatado seguro também para pacientes durante a reabilitação médica. Segundo eles, o monitoramento de CK 3 dias após, mostrou um aumento de sete vezes, comumente observado em protocolos de treinamento de força e bem abaixo da definição de rabdomiólise leve.

Kemmler et al. (2020), propuseram um estudo, onde investigavam se uma suplementação alta de proteína combinada com treinamento de WB-EMS traria resultados de saúde negativos para homens obesos sarcopênicos. Afim de realizar o estudo, foram selecionados cerca de 100 homens com 70 anos ou mais, que viviam em uma comunidade na área de Erlangen-Nürnberg, sul da Alemanha. Todos os participantes foram divididos em 3 grupos de maneira equilibrada, um grupo WB-EMS e suplementação alta de proteína, onde ficaram 33 homens, outro de suplementação de proteína isolada, com 33 homens e mais um grupo controle onde teve 34 homens que não receberam nenhum tratamento. O estudo teve um período de intervenção de 16 semanas. O grupo WB-EMS conduziu um protocolo de treinamento 1,5 vezes por semana durante 16 semanas, uma semana nas terças-feiras, na outra semana em segundas e sextas-feiras. Ao início do estudo, o intervalo de tempo para uma sessão era de 14 min, com aumento progressivo para 20 min por sessão após 4 semanas. Durante as primeiras 4 semanas, diferentes movimentos de baixa intensidade foram realizados na posição em pé. Duas séries de oito movimentos diferentes foram repetidas de 6 a 12 vezes com intensidade e amplitudes muito baixas. Após as 4 semanas iniciais, a intensidade foi adaptada até que os participantes a classificassem como de 6 a 7 na Escala Borg, que seria de difícil a muito forte. Para medir os níveis de creatina quinase (CK) houve coletas de sangue 3 dias antes da avaliação inicial e 8 a 10 dias após a conclusão do estudo. Durante a intervenção, apenas oito participantes desistiram (3 do GC, 2 da proteína e 3 do grupo WB-EMS e P, respectivamente) destes, um relatou desconforto com o WB-EMS. No início do estudo, os níveis de CK eram comparáveis entre os grupos. A maioria do WB-EMS exibiu

valores de CK abaixo ou apenas ligeiramente acima do valor de referência considerado de 190u/l. Início do estudo, grupo WB-EMS e Proteína, nível de CK média de 86 u/l com faixa de 77–126 u/l, após o estudo média de 140 u/l com faixa de 81–210 u/l. Grupo proteína no início do estudo, nível de CK média 98 u/l com faixa de 73–136 u/l, após o estudo média de 91 u/l com faixa de 74-124 u/l. Grupo controle ao início do estudo, nível de CK média de 98 u/l com faixa de 74-146 u/l, após o estudo média de 109 u/l com faixa de 66-174 u/l.

Conforme os autores, apesar das recomendações recentes sobre segurança e eficácia na aplicação de WB-EMS, valores mais elevados de CK são relatados com frequência, onde na maioria das vezes foram medidas dentro de 24 horas após o treinamento. Os resultados deste estudo, demonstraram que o treinamento WB-EMS pode levar a níveis maiores de CK mesmo 8 a 10 dias após a conclusão. Além disso, outras formas de treinamento físico também aumentam os níveis de CK sem apresentar consequências negativas. Os autores supõem que os participantes também tiveram aumentos de CK maiores após as primeiras sessões de treinamento e esse efeito foi gradualmente desaparecendo durante o curso do estudo e também afirmam que níveis muito elevados foram superados, pois o protocolo WB-EMS foi feito apenas com movimentos leves e com aumento progressivo da intensidade após 4 semanas de condicionamento, assim evitando sérios danos musculares.

Já estes 2 últimos artigos analisados, coletaram dados apenas ao início e final do período de intervenção. Em ambos, os níveis médios de CK se mostraram maiores no treinamento de WB-EMS em comparação com os grupos controle, mas com valores abaixo dos encontrados nos artigos anteriores, sem alcançar os níveis que seriam considerados rhabdomiólise leve, mas ainda assim mais altos que os limites de referência encontrado por Vassilis Mougios (2007) e Kristina Stahl et al. (2020). O estudo de Teschler et al. (2021) na medição 3 dias após a primeira sessão usado como parâmetro de segurança, confirma a condição de que o nível de CK aumenta muito após as primeiras sessões, porém sem desencadear problemas.

4. CONCLUSÃO

Esta revisão, embora o número pequeno de artigos selecionados e os diferentes públicos selecionados, como atletas com tendência de estarem mais acostumados a intenso exercício físico e não atletas, nos mostra que o treinamento de WB-EMS leva ao aumento da creatina quinase, porém mesmo ocorrendo níveis muito elevados para algumas pessoas, que são caracterizados como rabdomiólise, estes não apresentam qualquer efeito negativo relacionado a uma insuficiência renal ou hospitalização, o que nos dá indícios de que o exercício físico na forma de WB-EMS é seguro e pode ser uma técnica de treinamento eficaz. É interessante notar a importância do monitoramento da CK como uma forma de segurança para detectar uma possível sobrecarga muscular. Devido ao pequeno número de estudos que fazem a coleta e análise da CK e à grande controvérsia ainda encontrada na literatura atual, são necessários mais estudos com este viés de pesquisa.

5. REFERÊNCIAS

KEMMLER, Wolfgang; KLEINÖDER, Heinz; FRÖHLICH, Michael. Whole-Body Electromyostimulation: A Training Technology to Improve Health and Performance in Humans? **Frontiers in Physiology**, [s. l.], 26 maio 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00523>. Acesso em: 26 maio 2021.

KEMMLER, Wolfgang; VON STENGEL, Simon. Whole-body electromyostimulation as a means to impact muscle mass and abdominal body fat in lean, sedentary, older female adults: subanalysis of the TEST-III trial. **Clinical Interventions in Aging**, [s. l.], 7 out. 2013. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3795534/>. Acesso em: 27 maio 2021.

TESCHLER, Marc ; MOOREN, Frank C. (Whole-Body) Electromyostimulation, Muscle Damage, and Immune System: A Mini Review. **Frontiers in Physiology**, v. 10, 2019. Disponível em: <<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fphys.2019.01461/full>>. Acesso em: 25 Set. 2021.

LUDWIG, Oliver *et al.* The Impact of Whole-Body Electromyostimulation on Body Posture and Trunk Muscle Strength in Untrained Persons. **Frontiers in Physiology**, [s. l.], 20 ago. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01020>. Acesso em: 26 maio 2021.

PERIS, Juan. **Eletrostimulação Muscular**. 2018. Disponível em: <https://myox.fit/pt/tema/eletrostimulacao-muscular/>. Acesso em: 21 set. 2020.

SCHINK, Kristin; HERRMANN, Hans J.; SCHWAPPACHER, Raphaela; *et al.* Effects of whole-body electromyostimulation combined with individualized nutritional support on body composition in patients with advanced cancer: a controlled pilot trial. **BMC Cancer**, v. 18, n. 1, 2018. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6134788/>>. Acesso em: 25 Set. 2021.

KEMMLER, Wolfgang; VON STENGEL, Simon; KOHL, Matthias; et al. Safety of a Combined WB-EMS and High-Protein Diet Intervention in Sarcopenic Obese Elderly Men. **Clinical Interventions in Aging**, v. Volume 15, p. 953–967, 2020. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7322975/>>. Acesso em: 26 Set. 2021.

LUDWIG, Oliver; BERGER, Joshua; SCHUH, Torsten; et al. Can A Superimposed Whole-Body Electromyostimulation Intervention Enhance the Effects of a 10-Week Athletic Strength Training in Youth Elite Soccer Players? **Journal of sports science & medicine**, v. 19, n. 3, p. 535–546, 2020. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7429429/>>. Acesso em: 26 Set. 2021.

FILIPOVIC, Andre; GRAU, Marijke; KLEINÖDER, Heinz; *et al.* Effects of a Whole-Body Electrostimulation Program on Strength, Sprinting, Jumping, and Kicking Capacity in Elite Soccer Players. **Journal of sports science & medicine**, v. 15, n. 4, p. 639–648, 2016. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5131218/>>. Acesso em: 27 Set. 2021.

TESCHLER, Marc; HEIMER, Melina; SCHMITZ, Boris; *et al.* Four weeks of electromyostimulation improves muscle function and strength in sarcopenic patients: a three-arm parallel randomized trial. **Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle**, v. 12, n. 4, p. 843–854, 2021. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/jcsm.12717>>. Acesso em: 27 Set. 2021.

POWERS, Scott K; HOWLEY, Edward T. **Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho**. 8. ed. Barueri, SP: Manole, 2014.

ANDRADE, Marília dos Santos; LIRA, Claudio Andre Barbosa de (coord.). **Fisiologia do exercício**. Barueri, SP: Manole, 2016

KANAAN, Salim et al. **Bioquímica clínica**. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2014.

ANTUNES NETO, J. M. F.; NADER, B. B.; DONADON, C. C.; MACEDO, D. V. DE. Biomarcadores de estresse no futebol: dosagem sanguínea dos níveis de creatina quinase. **RBFF - Revista Brasileira de Futsal e Futebol**, v. 4, n. 12, 20 nov. 2012. Disponível em: <http://www.rbff.com.br/index.php/rbff/article/view/127> Acesso em: 29 maio 2021

ANTUNES NETO, J. M. F.; EXPEDITO DE ALMEIDA, J. P.; CAMPOS, M. F. DE. Análise de marcadores celulares e bioquímicos sanguíneos para determinação de parâmetros de monitoramento do treinamento de praticantes de musculação. **RBPFEF - Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 11, n. 70, p. 778-783, 6 dez. 2017. Disponível em: <http://www.rbpfef.com.br/index.php/rbpfef/article/view/1266> Acesso em: 29 maio 2021

AGALHÃES SC, LIMA LCR, BRITO LC, ASSUMPÇÃO CO. Rabdomiólise induzida pelo exercício de força: revisão e análise dos principais relatos dos últimos 25 anos. **R. bras. Ci. e Mov** 2018;26(1):189-199. Disponível em: <https://portalrevistas.ucb.br/index.php/RBCM/article/view/7235> Acesso em: 29 maio 2021

FERREIRA, R. Z.; MASSAHUD, A. R.; CHAVASCO, L. S.; BALDIM, M. A. F.; FERREIRA, F. G.; SIMÃO, A. P. Cinética da creatina quinase em diferentes protocolos de treinamento: estudo clínico. **RBPFEF - Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 13, n. 85, p. 822-830, 3 maio 2020. Disponível em: <http://www.rbpfef.com.br/index.php/rbpfef/article/view/1794> Acesso em: 29 maio 2021

FLECK, Steven J.; KRAEMER, William J. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 472 p. Disponível em: <http://www.biblioteca.asav.org.br/biblioteca/index.php>. Acesso em: 22 set. 2020.

STAHL, Kristina; RASTELLI, Emanuele ; SCHOSER, Benedikt. A systematic review on the definition of rhabdomyolysis. **Journal of Neurology**, v. 267, n. 4, p. 877–882,

2019. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00415-019-09185-4>>. Acesso em: 14 Out. 2021.

CLARKSON, PRISCILLA M.; KEARNS, AMY K.; ROUZIER, PIERRE; *et al.* Serum Creatine Kinase Levels and Renal Function Measures in Exertional Muscle Damage. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 38, n. 4, p. 623–627, 2006. Disponível em: <https://journals.lww.com/acsm-msse/Fulltext/2006/04000/Serum_Creatine_Kinase_Levels_and_Renal_Function.3.aspx>. Acesso em: 10 Out. 2021.

MOUGIOS, V. Reference intervals for serum creatine kinase in athletes. **British Journal of Sports Medicine**, v. 41, n. 10, p. 674–678, 2007. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2465154/>>. Acesso em: 22 Out. 2021.

KEMMLER, W; FROEHLICH, M; VON STENGEL, S; *et al.* Whole-Body Electromyostimulation – The Need for Common Sense! Rationale and Guideline for a Safe and Effective Training. **Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin**, v. 2016, n. 09, p. 218–221, 2016. Disponível em: <<https://www.germanjournalsportsmedicine.com/archive/archive-2016/issue-9/whole-body-electromyostimulation-the-need-for-common-sense-rationale-and-guideline-for-a-safe-and-effective-training/>>. Acesso em: 23 Out. 2021.