

FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA
CURSO DE EDUCAÇÃO FÍSICA - BACHARELADO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

JOSE GUILHERME LESSA NOGUEIRA

JONATAS PEREIRA DA SILVA

EFEITOS AGUDOS DA POTENCIALIZAÇÃO PÓS-ATIVAÇÃO
PARA O DESEMPENHO FÍSICO NO ESPORTE COMPETITIVO

Volta Redonda

2021

FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA
CURSO DE EDUCAÇÃO FÍSICA – BACHARELADO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

EFEITOS AGUDOS DA POTENCIALIZAÇÃO PÓS-ATIVAÇÃO
PARA O DESEMPENHO FÍSICO NO ESPORTE COMPETITIVO

Artigo apresentado ao Curso de Educação Física como requisito à obtenção do título de Bacharelado em Educação Física.

Nome(s) completo(s): Jose
Guilherme Lessa Nogueira; Jonatas
Pereira da Silva

Orientador: Prof. Me Daniel Alves
Ferreira Junior

Volta Redonda-RJ

2021

FOLHA DE APROVAÇÃO

JOSE GUILHERME LESSA NOGUEIRA

JONATAS PEREIRA DA SILVA

Orientador: Prof. Me Daniel Alves Ferreira Junior

Banca Examinadora:

Prof. Me. DANIEL ALVES FERREIRA JUNIOR

Prof. Me. José Cristiano Paes Leme da Silva

Prof. Dr. Stephan Pinheiro Frankenfeld

RESUMO

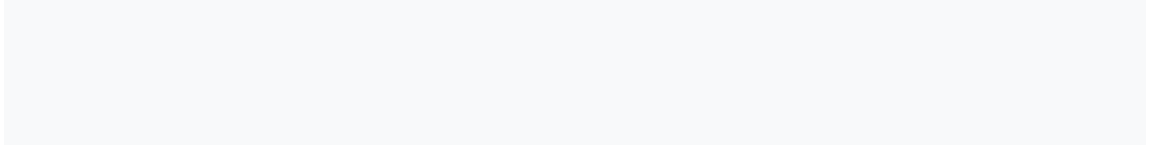
O aumento pós-ativação (PPA) foi melhor descrito no final do século 20 e início do século 21, e foi definido como o aumento instantâneo no torque de contração eletricamente induzido após a contração voluntária. Portanto, este é um tema polêmico e extensamente estudado, e as evidências encontradas confirmam a hipótese do PPA e outras hipóteses que a ignoram. Este presente estudo teve como metodologia uma pesquisa qualitativa baseada em diversos artigos e ensaios clínicos. Assim chegando a conclusão de que os efeitos agudos encontrados em resposta a PPA podem ser altamente benéficos para os ganhos de Força e Potência na atividade esportiva competitiva, podendo significar incrementos importantes sobre a carga externa utilizada nos treinamentos, além da aproximação do nível de execução da ação motora aos parâmetros biomecânicos competitivos.

Palavras chave: Potencialização pós-ativação, Efeitos Agudos, Performance

ABSTRACT

Post-activation increase (PPA) was best described in the late 20th and early 21st centuries, and was defined as the instantaneous increase in electrically induced contraction torque after voluntary contraction. Therefore, this is a controversial and extensively studied topic, and as evidence found confirms the PPA hypothesis and other hypotheses that ignore it. This present study had as methodology a qualitative research based on several articles and clinical trials. Thus, reaching the conclusion that the acute effects found in response to PPA can be highly beneficial for Strength and Power gains in competitive sports activity, which may mean important increases on the external load used in training, in addition to the binding of the level of execution from motor action to competitive biomechanical parameters.

Key words: Post-activation potentiation, Acute Effects, Performance



INTRODUÇÃO

A potencialização pós-ativação (PPA) foi mais bem descrita no final do século XX e início do século XXI, definindo-se como o aumento transitório no torque de uma contração eletricamente evocada após uma contração voluntária. (Zimmermann et al. e Prieske et al., 2020) Desta forma é uma temática controversa que tem sido amplamente estudada, sendo encontradas evidências que corroboram com a hipótese da PPA e outras que a desconsideram. (Dezan et al., 2018; Kuntz et al. 2017; Penichet-Tomas A et al. 2020).

De acordo com Rassier et al., 2000, Cochrane et al., 2010, Hodgson et al., 2008, Hamada et al., 2000, Burkett et al., 2005 e Mahlfeld et al., 2004, o mecanismo fisiológico apontado como principal causador da potenciação é a fosforilação da miosina regulatória de cadeia leve (RCL). A fosforilação da miosina RCL altera a conformação das pontes cruzadas, o que coloca as cabeças globulares numa posição mais próxima dos filamentos finos de actina. Essa aproximação aumenta a probabilidade de interação entre as proteínas contráteis, o que pode implicar numa maior quantidade de conexões entre os filamentos e, conseqüentemente, num maior desenvolvimento de tensão.

Em um estudo publicado por Dezan et al. (2008) com oito atletas de luta olímpica submetidos à avaliação de PPA, ambos sem histórico de lesão neuromuscular nos 6 meses precedentes e sem uso de cafeína, sugeriu que a intervenção não proporcionou potenciação considerável. A condição de potenciação pós-ativação consistiu a realização de 3 séries de 6 saltos consecutivos com contra movimento, mantendo um intervalo entre as séries de 2 minutos e foi comparada com uma sessão controle, na qual foi realizada sem nenhuma atividade prévia.

Em contrapartida, um estudo quase experimental publicado neste ano por Penichet-Tomas (2020), sete homens remadores saudáveis foram submetidos a análises antropométricas, estadiômetro, paquímetro e fita de aço antropométrica flexível. Todos os pacientes foram submetidos a três análises em um dia de três semanas diferentes, sendo a força de remada de todos mensurada em equipamento remo pré e pós-exercício resistivo. Os resultados sugeriram que a PPA com contrações máximas de condicionamento no aquecimento do remo melhorou o desempenho do remo *Sprint* subsequente.

É notada a carência de ensaios clínicos recentes que evidenciam a correlação entre a execução de exercícios resistidos de força imediatamente anterior à avaliação de potência em indivíduos não-atletas e o ganho e força temporária, portanto, o objetivo deste trabalho será analisar, por meio de uma revisão de literatura, se a potencialização pós-ativação mostra-se como uma ferramenta eficaz e significativa no ganho transitório de força.

METODOLOGIA

Foram analisados os mais relevantes estudos publicados originalmente, na língua inglesa ou portuguesa, nos últimos 20 anos, tendo como referência as bases de dados *Medline*, *Google Scholar* e *Researchgate*, sendo escolhidos para o escopo desta revisão apenas ensaios clínicos controlados randomizados ou ensaios clínicos cruzados randomizados, revisões sistemáticas e revisões de literatura recentes.

Por terem sido selecionados quatro designs de estudos para este trabalho, a amostra desta revisão tendeu a um número razoável e evitaram-se vieses encontrados em estudos transversais e observacionais, como coorte e casos-controle.

O presente estudo utilizou para a formulação da frase de pesquisa as palavras-chave “PAP”, “*Post-activation Potentiation*” e “*Effects*”. Para encontrar as variações das palavras-chave anteriormente dispostas, foi consultado o MeSH da plataforma PubMed e para achar os descritores em inglês utilizou-se o Decs.

Após a leitura e fichamento dos artigos selecionados, os dados mais relevantes foram descritos no quadro 1, dentre eles destaca-se o tamanho e tipo da amostra, materiais e métodos, protocolos empregados e principais resultados encontrados. Para uma análise qualitativa e discussão sobre os principais resultados encontrados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para melhor compreensão dos principais resultados encontrados nessa pesquisa descritiva, os dados foram organizados de acordo com o quadro a seguir, e posteriormente discutidos no escopo do texto.

Quadro 1 – Apresentação dos Resultados

Autores	Título	Amostra e tempo	Materiais e métodos	Descrição do protocolo	Principais resultados
Dezan, et al.	"Atividade condicionante não gera potencialização pós-ativação em atletas de luta olímpica"	8 atletas de luta olímpica do sexo masculino (8 semanas)	Saltos verticais com contra movimento e saltos verticais com meio agachamento. (Testes)	Realização de 3 séries de 6 saltos consecutivos com contra movimento (O intervalo entre as tentativas foi de 10 a 15 segundos), mantendo um intervalo entre as séries de 2 minutos e foi comparada com uma sessão controle (CC), na qual foi realizada sem nenhuma atividade prévia. Participantes da investigação sem lesão neuromuscular nos 6 meses precedentes, sem consumo de cafeína e exercício de força nas 24 horas anteriores.	Intervenção proposta no estudo não foi capaz de induzir à potenciação significativa.

<p>Penichet-Tomas, et al.</p>	<p>"Acute Effects of Different Postactivation Potentiation Protocols on Traditional Rowing Performance"</p>	<p>7 atletas remadores profissionais do sexo masculino (experiência prévia mínima de 2 anos completos consecutivos no remo tradicional, com um mínimo de 10 meses por ano e uma média de 12 horas por semana)</p>	<p>Meio agachamento, remada em ergômetro de remo.</p>	<p>Participantes cruzaram de um protocolo para outro durante o processo de pesquisa (PPA condicionamento máximo, PPA força máxima e meio agachamentos) e testados três vezes em três semanas consecutivas no mesmo dia da semana. O teste de 1RM consistiu em duas séries de 5 e 3 repetições, com intervalo de descanso de 3 a 5 minutos entre as tentativas, a aproximadamente 50% e 70% de 1RM. Cada tentativa consistiu em 1 série de 1 repetição. Um intervalo de descanso de 3 a 5 minutos foi adotado entre as tentativas. Cada tentativa consistiu em 1 série de 1 repetição. 5 minutos de aquecimento em máquina de remo. Teste "all-out" por 20s pós-intervenções.</p>	<p>Os resultados sugeriram que a potenciação pós-ativação com contrações máximas de condicionamento no aquecimento do remo melhorou o desempenho do remo sprint subsequente, simulando o início de uma corrida no remo tradicional.</p>
<p>Cochrane, et al.</p>	<p>"Acute whole-body vibration elicits post-activation potentiation"</p>	<p>6 homens e 6 mulheres atletas competidores (as) a nível nacional. Nenhum membro inferior ou lesão nas costas nos 6 meses</p>	<p>Saltos verticais com contra movimento e saltos verticais com meio agachamento. (Testes)</p>	<p>Cada participante realizou três intervenções: 1 – agachamento estático com vibração sinusoidal vertical aguda de corpo inteiro (VSVA), 2 – agachamento estático sem vibração sinusoidal vertical</p>	<p>Resultados sugerem que VSVA aguda causa PPA. Da mesma forma, VSVA também é capaz de induzir altas cargas gravitacionais por meio da frequência e amplitude de vibração que</p>

		anteriores e nenhuma cirurgia no membro inferior ou nas costas nos 2 anos anteriores.		aguda de corpo inteiro, 3 – ciclismo estacionário. Protocolo contínuo de 5 min agachamentos com VSVA a 26 Hz e 70 W CICL cada.	atuam como um movimento de pré-carga para ativar a PPA.
Hodgson, et al.	"Post-Activation Potentiation of Force Is Independent of H-Reflex Excitability"	13 participantes bem treinados do sexo masculino. Os indivíduos foram instruídos a evitar o consumo de cafeína ou exercícios físicos intensos na parte inferior do corpo 24 horas antes da coleta de dados.	Saltos verticais com contra movimento e saltos verticais com meio agachamento.	Realização de contrações isométricas evocadas, e excitabilidade neural refletida por mudanças na amplitude. Aquecimento de 5 minutos e 4 ensaios experimentais realizados em ordem aleatória e separados por um período de descanso de 15 minutos. Cada um dos quatro ensaios experimentais exigiu uma execução inicial de 3 contrações isométricas voluntárias máximas (CIVM) de 5 s de duração, com um intervalo de recuperação de 55 s entre CIVM sucessivas. Posteriormente, as respostas de contração, reflexos H e flexões plantares explosivas foram registradas.	Aumento significativo na PPA frente à intervenção proposta no estudo.

Zimmermann, et al.	"Does Post-activation Potentiation (PAP) increase voluntary performance?"	Revisão sistemática contendo 19 estudos e universo amostral de 204 participantes, treinados ou não, dispostos a variadas intervenções	Bases de dados utilizadas PubMed e Scopus com os descritores "potenciação pós-ativação", "PAP", twitch e performance. 248 artigos foram encontrados inicialmente. Após a exclusão dos artigos duplicados, restavam 243 artigos. Aplicando-se mais critérios. Após a leitura dos títulos e resumos, foram selecionados 137 artigos. Estes foram os artigos que envolveram medição de PAP e desempenho voluntário em humanos. Em seguida, após a leitura detalhada dos artigos completos, 19 artigos foram incluídos na tabela de resultados. Critérios de inclusão: investigações originais em seres humanos. Foram excluídos os artigos que não	Revisão sistemática	A ocorrência de PPA, confirmada por estimulação elétrica supramáxima, não significa necessariamente que um desempenho voluntário será melhorado.
--------------------	---	---	---	---------------------	--

			confirmaram a PAP por meio de estimulação elétrica supra máxima ou foram realizados em animais.		
Paulo Henrique Pauli	"Efeitos da potencialização pós-ativação na força, potência e agilidade em atletas de futsal"	18 atletas masculino de futsal (8 semanas)	Salto vertical, Velocidade Horizontal, Agilidade (testes)	Grupo experimental, grupo controle, efeitos agudos e crônicos	Efeito agudo = salto vertical (altura) Efeito crônico = força máxima e explosiva (método eficaz)

Quadro 1 – Resultados de estudos publicados sobre a PPA (Fonte: Os autores).

Inicialmente é importante considerar o caráter agudo dos efeitos de potencialização. Como apresentado nas hipóteses iniciais, a potencialização pós-ativação (PPA) é derivada de um aumento da afinidade da cadeia leve das cabeças de miosina pelos sítios ativos na actina assim como a velocidade de fosforilação (limitada pela disponibilidade de ATP, de CP e enzimas como a creatinaquinase).

Os fatos apresentados provavelmente decorrem dos exercícios de ativação prévia, dentre os quais destacamos principalmente entre os resultados dos estudos apresentados no Quadro 1, o Agachamento ou Meio agachamento, realizado de forma dinâmica ou em isometria. Os exercícios de ativação devem provocar, dentre outros efeitos: Aumento do fluxo sanguíneo local (em decorrência da alteração humoral – produção de dióxido de carbono, lactato, óxido nítrico, adenosina etc.); Aumento da ativação neural (recrutamento de mais e maiores unidades motoras); Diminuição da viscosidade intersticial (alteração da composição, temperatura, PH e osmolaridade do líquido intersticial). Condições estas, que favorecem a atividade enzimática da creatinaquinase e em consequência, de maneira aguda, podem melhorar a capacidade muscular para gerar potência a cada abalo.

Entretanto, faz-se necessária atenção especial à condição de fadiga por estresse tensional e metabólico. Se a ativação é realizada por um tempo muito prolongado, pode ser que a disponibilidade de substrato (ATP) que é naturalmente limitada, leve a um estresse metabólico incompatível com a potenciação. Inclusive, podendo gerar piora na performance da ação motora específica realizada após a ativação. Essa pode ser uma das explicações para o estudo de Dezan et al. (2018) que não encontrou indução de potenciação pós ativação nos lutadores.

Outra questão que julgamos ser imprescindível para uma boa PPA, é a relação de especificidade entre os exercícios. Se o exercício de ativação não apresentar relação direta com a ação motora, é bastante possível que a melhora aguda na potência não aconteça. Provavelmente devido aos fatores apresentados no parágrafo anterior. As alterações locais tendem a se processar de acordo com o grupamento muscular trabalhado, regime de contração e de aporte energético. Desta maneira, o uso do exercício de meio agachamento nos Remadores, apresentado por Penichet et al. (2020) remete a importância do trabalho de membros inferiores durante as remadas. Assim como o uso dos agachamentos para a potenciação do salto com contra movimento, que usam padrões biomecânicos bastante similares.

Destacamos também a partir dos resultados, os estudos de Cochrane et al. (2010), Hodgson et al. (2008) e Zimmerman et al. (2020) que trouxeram em suas respectivas pesquisas, o uso de Plataforma vibratória, Regime de contração isométrica e Eletroestimulação como recursos possíveis à PPA. Os resultados foram positivos para a potencialização nos três recursos, sendo estes considerados efeitos agudos com intervenções de curta duração. A Eletroestimulação e a vibração têm como efeitos agudos, os mesmos apresentados nos exercícios de ativação, o que sugere uma boa correlação entre a execução de exercícios de contração dinâmica, isométrica, em plataforma vibratória ou com uso de eletroestimulação.

Todavia, ao estudar sobre os efeitos da PPA, pode-se pensar que o efeito agudo seja de pouca importância sobre o ganho de força e potência. No entanto, o efeito agudo pode possibilitar a execução do padrão motor com maior potência, o que do ponto de vista biomecânico para uma modalidade esportiva competitiva, pode significar aproximar-se nos níveis ótimos de performance demandados da

atividade competitiva, ou seja, executar padrões motores específicos da modalidade com a qualidade requerida pelo sistema de competições. Desta forma, gerar níveis racionais de respostas adaptativas compatíveis com a melhora funcional.

Os resultados sugerem uma boa correlação entre exercícios de ativação e a potencialização, destacando-se a especificidade nas ações motoras realizadas, sugerindo que a aplicabilidade da PPA é mais considerável em esportes de competição ao invés do fitness. Logo, para lutadores, sugerimos que se for possível usar ações motoras para a ativação, exercícios como o supino reto horizontal ou mesmo em 45° e conjugar com exercícios de potência ao socar o *punch bag* (saco), é possível que haja uma transferência positiva de PPA para essa associação de ações motoras.

CONCLUSÃO

Os estudos apresentados nessa pesquisa sugerem uma correlação positiva entre exercícios de ativação e os efeitos agudos da PPA. Observando-se alguns critérios importantes: A especificidade dos exercícios de ativação em relação à ação motora executada; a correta conjugação entre volume e densidade do exercício de ativação e o tempo de intervalo entre o mesmo e a ação motora. Também demonstrou efeito positivo para a PPA, o uso de recursos como plataforma vibratória e eletroestimulação e exercícios em isometria.

Enfatizamos o fato de que os efeitos agudos encontrados em resposta a PPA podem ser altamente benéficos para os ganhos de Força e Potência na atividade esportiva competitiva, podendo significar incrementos importantes sobre a carga externa utilizada nos treinamentos, além da aproximação do nível de execução da ação motora aos parâmetros biomecânicos competitivos.

Sugerimos, ainda que mais estudos sejam realizados em cada modalidade esportiva competitiva para determinar quais os melhores exercícios de ativação devem ser utilizados para a PPA, assim como a regulação de todos os parâmetros de controle da carga externa e interna.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Burkett LN, Phillips WT, Ziuraitis J. The best warm-up for the vertical jump in college-age athletic men. *J Strength Cond Res.* 2005;19(3):673–6.
2. Cochrane DJ, Stannard SR, Firth EC, et al. Acute whole-body vibration elicits post-activation potentiation. *Eur J Appl Physiol.* 2010;108(2):311–9.
3. Dezan DB, Bigliassi M, Montes FA, Dezan GCC. Atividade condicionante não gera potencialização pós-ativação em atletas de luta olímpica. *Rev Bras Fisiologia do Exercício.* 2018; 12(76):582-589.
4. Hamada T, Sale DG, MacDougall JD, et al. Postactivation potentiation, fiber type, and twitch contraction time in human knee extensor muscles. *J Appl Physiol.* 2000;88(6):2131–7.
5. Hodgson M, Docherty D, Zehr EP. Postactivation potentiation of force is independent of h-reflex excitability. *Int J Sports Physiol Perform.* 2008;3(2):219–31.
6. Kuntz MGMB, Ribeiro MJ, Leite MM, Silva AO de, Dutras MT, Ferreira DV. Potencialização pós-ativação: uma revisão integrativa. *Rev Bras Fisiologia do Exercício.* 2017; 16(5):293-303.
7. Mahlfeld K, Franke J, Awiszus F. Postcontraction changes of muscle architecture in human quadriceps muscle. *Muscle Nerve.* 2004;29(4):597–600.
8. Penichet-Tomas A, Jimenez-Olmedo J, Torregrosa LS, Pueo B. Acute Effects of Different Postactivation Potentiation Protocols on Traditional Rowing Performance. *Int J Environ Res Public Health.* 2020 Dec; 18(1):80.
9. Prieske O, Behrens M, Chaabene H, Granacher U, Maffiuletti NA. Time to Differentiate Postactivation "Potentiation" from "Performance Enhancement" in the Strength and Conditioning Community. *Sports Med.* 2020 Sep; 50(9):1559-1565.
10. Rassier DE, Macintosh B. Coexistence of potentiation and fatigue in skeletal muscle. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research.* 2000 Jun; 33(5):499-508.
11. Zimmermann HB, Macintosh BR, Dal Pupo J. Does postactivation potentiation (PAP) increase voluntary performance?. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2020 Apr; 45(4): 349-356.