

ABORDAGEM DA ESTABILIZAÇÃO CENTRAL EM CICLISTAS

APPROACH OF CORE STABILIZATION IN CYCLING

Thiago Ayala Melo Di Alencar¹, Karinna Ferreira de Sousa Matias¹

¹Fisioterapeuta do Studio Bike Fit, graduado pela Universidade Estadual de Goiás (UEG).

e-mail: thiagoayala@hotmail.com

Resumo: O objetivo desta revisão foi relacionar a estabilização central ao ciclismo, visto que é comum a queixa de disfunções musculoesqueléticas, como a lombalgia e síndrome da dor fêmoro-patelar, decorrentes de uma musculatura do core mal condicionada. Foram utilizados quarenta e seis textos, entre artigos da base de dados Medline, SciSearch, Embase, Lilacs, Scielo e livros publicados de 1986 a 2009. Do total, quatro (8,7%) estão em português e quarenta e dois (91,3%) em inglês. Os resultados revelaram que o fortalecimento dos músculos do core tem sido defendido como modo de prevenir e reabilitar ciclistas vítimas de lesões decorrentes da prática esportiva, além de proporcionar melhora da postura, aumento do desempenho e equilíbrio entre as cadeias musculares.

Palavras-chave: estabilização central, ciclismo, disfunção musculoesquelética, desempenho.

Abstract: The aim of this review was to relate the core stabilization on cycling, since it is common the musculoskeletal disorders complaint, such as patellofemoral pain syndrome and low back pain, due to poorly conditioned muscles of the Core. It were used forty-six texts, articles from the database Medline, SciSearch, Embase, Lilacs, Scielo and books published from 1986 to 2009. From the total, four (8,7%) were written in Portuguese and forty-two (91,3%) in English. The results revealed that a strengthening of the muscles of the Core has been advocated as a way to prevent and rehabilitate cyclists victims of injuries caused by the practice of this sport, beyond of provide improves of the posture, increased performance and balance of the muscular chains.

Keywords: core stabilization, cycling, musculoskeletal disorder, performance.

Introdução

Panjabi¹ conceituou o sistema de estabilização central, ou lombo-pélvica (*core stabilization*), como sendo constituído por três subsistemas: o passivo (elementos ósseos e ligamentares), o ativo (elementos músculo-tendíneos) e o controle neural. Os subsistemas estão interligadas e a redução da função de um pode exigir que os outros subsistemas compensem para manter a estabilidade. Os elementos ósseos são representados pelas vértebras lombares, pelve e articulação coxo-femoral^{2,3}.

A habilidade em devolver o equilíbrio à estrutura lombo-pélvica após uma perturbação pode ser definida como Estabilização Central²⁻⁶. O termo “estabilidade” deve-se à habilidade em controlar o movimento das estruturas passivas e ativas do *Core* (Centro ou região lombo-pélvica), permitindo a ocorrência simultânea de movimento em outro segmento⁷.

Para muitos autores a região lombo-pélvica é considerada como uma zona de transição de forças^{8,9} (figura 1) entre os membros inferiores e superiores^{3,10}. A estabilidade promovida pelas estruturas passivas e ativas é de grande interesse para fisioterapeutas, educadores físicos e treinadores^{3,10} por estar associada à otimização do desempenho esportivo^{2,7,11} e prevenção de lesão^{3,10,12,13}.

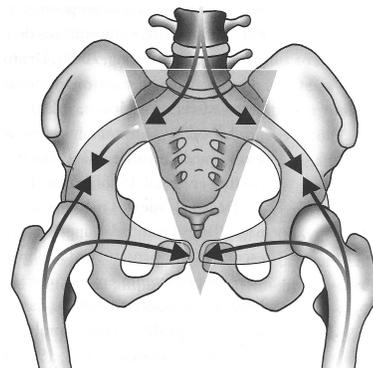


Figura 1. Representação do anel pélvico. As setas indicam a direção das forças descendentes e ascendentes. **Fonte:** Sacco & Pereira¹⁴, p. 265.

O objetivo desta revisão literária foi relacionar a estabilização central com a prática do ciclismo, abordando os benefícios do fortalecimento da musculatura do *core* com aumento do desempenho esportivo e prevenção de disfunções musculoesqueléticas, a exemplo da lombalgia e síndrome da dor fêmoro-patelar.

Métodos

Foi desenvolvido o seguinte método para o levantamento da literatura correspondente: tipos de estudos – ensaios clínicos prospectivos e randomizados, artigos e livros publicados em datas compreendidas de 1986 a 2009, que apresentaram informações relevantes e referentes à discussão em questão. Foram utilizados as bases de dados *Medline*, *SciSearch*, *Embase*, *Lilacs* e *SciELO* e os descritores estabilização central, ciclismo, disfunção musculoesquelética, desempenho e seus correspondentes em inglês (*core stabilization*, *cycling*, *musculoskeletal disorder*, *performance*).

Os estudos encontrados foram avaliados, selecionados e classificados em elegíveis e não elegíveis. Foram considerados elegíveis aqueles que apresentaram relevância e possibilidade de serem utilizados nesta revisão. Já os não elegíveis, foram os estudos que não apresentaram conteúdo relacionado a esta revisão de literatura.

Resultados

O primeiro levantamento das palavras chave por meio de pesquisa eletrônica e sem filtragem indicou 5.030 artigos. Realizado a primeira filtragem, foram obtidos 183 artigos. Os outros foram descartados por não apresentarem conteúdo de caráter científico. Em uma segunda filtragem, 132 artigos foram excluídos por não apresentarem conteúdo relevante à pesquisa e cinco por não terem sido obtidos em sua versão completa. Apenas quarenta e seis artigos foram analisados após a aplicação de todos os critérios de elegibilidade. Dos quarenta e seis artigos incluídos, quatro (8,7%) foram escritos em português e quarenta e dois (91,3%) em inglês.

Os resultados encontrados revelaram que o fortalecimento da musculatura lombo-pélvica aumenta o desempenho esportivo, reduz a fadiga muscular que induz ao desalinhamento dos membros inferiores durante a pedalada, previne contra lesões musculoesqueléticas, dentre elas a lombalgia e síndrome da dor fêmoro-patelar, aumenta o equilíbrio sobre a bicicleta e a manobrabilidade.

Discussão

Os Músculos do Core - O *core* pode ser descrito como uma caixa com os músculos abdominais no limite anterior, os paravertebrais e glúteos no limite posterior,

o diafragma no superior, e o assoalho pélvico e músculos da articulação coxo-femoral (quadril), no inferior^{15,16}.

Os músculos que compõem o *core* são: oblíquo interno e externo, transverso do abdome, reto do abdome, *psaos maior*, múltífidus, iliocostal, quadrado lombar, grande dorsal^{2,10,13} quadrado femoral, reto femoral, eretor da espinha, tensor da fáscia lata, adutor curto, magno e longo, pectíneo, glúteo máximo, médio e mínimo, semitendíneo, semimembranoso, bíceps femoral^{10,13} gêmeo superior e inferior, serrátil anterior, obturador interno e externo, sartório, trapézio¹³ e diafragma^{2,3,5}. Nenhum músculo em particular contribui com mais de 30% da estabilidade da coluna lombar^{10,17}. Além disso, se não fosse o trabalho realizado por estes músculos, a coluna se tornaria biomecanicamente instável com forças compressivas de intensidade igual a 90 *Newtons*¹⁶.

Entre os principais músculos do *core* que atuam no plano sagital inclui o reto do abdome, transverso do abdome, eretor da espinha, múltífidus, glúteo máximo e ísquios-tibiais¹⁷⁻¹⁹. O glúteo máximo é importante na transferência de forças do tronco aos membros inferiores³. O glúteo médio, glúteo mínimo e quadrado lombar trabalham no plano frontal e são os principais músculos laterais do tronco e quadril. Os principais músculos mediais que atuam no plano frontal são o adutor magno, adutor longo, adutor curto e pectíneo²⁰. O piriforme, gêmeos superior e inferior, quadrado femoral, obturador externo e obturador interno se destacam como os principais músculos do quadril que atuam no plano transversal^{20,21}.

O Controle da Estabilidade Central - Manter o *core* estável requer controle de tronco nos três planos de movimento⁵. Os músculos superficiais do quadril e tronco são arquitetonicamente mais adequados para produzir movimento e aumentar a resistência às forças externas durante atividades funcionais³.

O treinamento de controle da musculatura do *core* pode melhorar a técnica e habilidades com a bicicleta, maximizar a potência produzida e prevenir o desenvolvimento de lesões. O ciclista com boa técnica tem mais controle sobre o movimento do tronco e conseqüentemente mais energia pode ser repassada pelos membros inferiores ao pedal. O aumento da estabilidade de tronco e membros superiores aumenta a eficiência dos membros inferiores em realizar o movimento que constitui o ciclo da pedalada⁷. A impossibilidade de transferência de forças geradas no *core* para as extremidades pode resultar em lesão ou diminuição da eficiência¹⁵.

O sistema nervoso é responsável pelo monitoramento das forças musculares com base no *feedback* sensorial fornecido pelos proprioceptores nos músculos, tendões e ligamentos da coluna¹⁰. O ajuste postural e a carga externa aplicada sobre a região lombo-pélvica levam à deformação ligamentar na coluna vertebral, que estimula os fusos musculares e/ou órgão tendinoso de golgi a gerarem um *feedback* neural

com conseqüente estabilização segmentar por meio da ativação dos músculos do *core* (Figura 2).

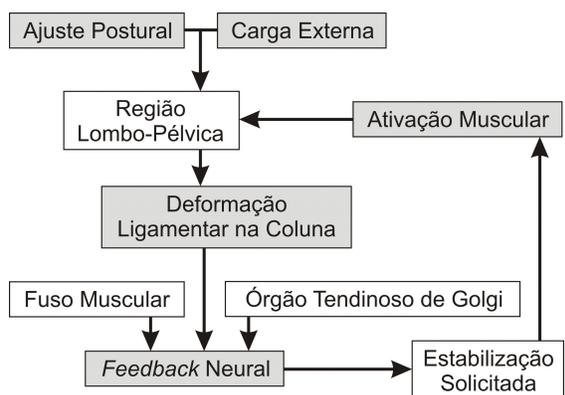


Figura 2. Modelo da Estabilização Central. **Fonte:** Adaptado de Willardson¹¹, p. 980.

Quando o ciclista tenta gerar mais força em torno de uma articulação, ultrapassando o limite de estabilidade, o sistema nervoso detecta esta solicitação como uma ameaça de lesão e inibe automaticamente a potência muscular a fim de prevenir a ocorrência de trauma nos tecidos moles⁷. Nesta situação, a falta de controle de *core* diminui significativamente a potência produzida pelos membros inferiores, reduzindo o desempenho do ciclista^{7,11}.

A estabilidade central é produto da competência da musculatura lombo-pélvica²². Achados em ciclistas sugerem que alterações no controle motor e cinemático da coluna lombossacra estão associadas ao desenvolvimento de lombalgia²³. O *core* atua para manter o alinhamento e equilíbrio postural dinâmico durante as atividades esportivas¹². O segmento fora do alinhamento anatômico gera uma alteração biomecânica ao longo da cadeia cinética desencadeando uma disfunção em série⁴. A musculatura do *core* mantém a pelve estável sobre a bicicleta quando os componentes musculares anterior e posterior estão igualmente equilibrados. A estabilização pélvica e resistência à fadiga são fatores críticos para manter a curva fisiológica da coluna vertebral¹².

Influência da Estabilização Central na Prevenção de Lesão - Ciclistas que pedalam a uma cadência média de 90 rotações por minuto realizam de 16.000 a 21.000 rotações durante um treino de 3 a 4 horas. O movimento repetitivo no ciclismo e a posição fixa da pelve e dos pés exigem padrões de movimento eficiente a fim de evitar estresse excessivo às estruturas musculoesqueléticas dos membros inferiores¹².

Pesquisas recentes sugerem que a diminuição da estabilidade central pode predispor a coluna lombar e membros inferiores à lesão musculoesquelética^{2,3,7,12,13,16,22,24,25}. A presença de lombalgia em ciclistas pode ser resultado da fraqueza dos músculos do *core*^{8,26} e déficit na flexibilidade^{12,26}. De acordo com Taylor⁷ os músculos flexores do quadril

(psoas e reto femoral) devem estar em equilíbrio com os músculos da região lombar e abdominal para obter máxima potência propulsiva. A ocorrência de dor lombar durante ou após a prática esportiva é um sinal comum desse desequilíbrio⁷.

Segundo Burnett et al.²⁷ os multifídios são conhecidos por serem estabilizadores chave da coluna lombar no controle da flexão e rotação. Atrofia^{23,28,29} e perda de co-contração simétrica destes músculos tem sido encontrada em pessoas com lombalgia²⁷.

Dois tipos de fibras musculares estão presentes nos músculos do *core*: as fibras de contração lenta (tipo I) e as de contração rápida (tipo II). As fibras tipo I compõem principalmente o sistema muscular profundo. Os principais são o transverso do abdome, multifídios, oblíquo interno, quadrado lombar e os músculos do assoalho pélvico. São menores e adequados para controlar o movimento intersegmentar e mais responsivos às mudanças na postura e cargas externas. As fibras tipo II compõem os músculos da camada superficial, cujos principais são o eretor da espinha, oblíquo externo, reto do abdome e grande dorsal. Estes músculos são longos e possuem grandes braços de alavanca, o que lhes permite produzir maior torque^{10,16}. Segundo Willson et al.³ existe uma tendência de atrofia significativamente maior em músculos com fibras do tipo II.

Hodges & Richardson¹⁸ demonstraram que a atividade muscular do tronco ocorre antes da atividade motora primária no membro inferior. Especificamente, o músculo transverso do abdome foi invariavelmente o primeiro músculo a ser ativado previamente ao movimento, seguido pelo multifídios. Estes resultados levaram os autores a concluir que o sistema nervoso central cria uma base estrutural estável para os movimentos dos membros inferiores por meio da co-contração do transverso do abdome e multifídios.

De acordo com Hodges & Richardson³⁰ a contração do transverso do abdome precede o movimento da cintura escapular em 30 ms e o movimento dos membros inferiores em 110 ms em pessoas saudáveis. É importante considerar que o ciclista com um histórico de lombalgia sem sintomas atuais têm maior risco de recidiva de uma lesão muscular devido a uma estabilização inadequada da coluna vertebral¹⁸.

Abt et al.¹² em um estudo realizado com quinze ciclistas de categoria competitiva concluíram que a indução de fadiga aos músculos do *core* alterou a biomecânica dos membros inferiores durante a pedalada, enquanto que a aplicação de força ao pedal manteve-se inalterada. Segundo os autores, a prática esportiva de longa duração com alteração da biomecânica dos membros inferiores (desalinhamento) devido à fadiga do *core* pode aumentar o risco de lesões por *overuse*¹². Cholewicki, Simons & Radebold³¹ sugerem que as lesões podem decorrer da incapacidade de gerar força suficiente ou resistir às forças externas durante movimentos de alta velocidade.

Influência da Estabilização Central no Desempenho Esportivo - Ciclistas com objetivo de otimizar o desempenho^{2,7,8,11,12}, melhorar a manobrabilidade e o equilíbrio sobre a bicicleta⁷ precisam estar com a musculatura do *core* bem condicionada e equilibrada^{7,11}. Estabilidade central é crucial à eficiência funcional e biomecânica na maximização da produção de força^{8,11,12,16,32} e minimização das cargas articulares nas atividades esportivas⁵. O comprometimento da cadeia cinética em decorrência de fraqueza dos músculos do *core*³² leva à diminuição da mobilidade distal pela redução da estabilidade proximal⁷.

Um *core* estável cria várias vantagens para a integração dos segmentos proximal e distal na geração e controle de forças para maximizar o desempenho no esporte^{5,11}. Ciclistas podem gerar mais potência e sustentar a atividade em intensidade mais alta durante períodos mais longos quando realizam fortalecimento muscular específico para o *core*⁸.

O desempenho esportivo é influenciado também pelo ajuste dos componentes da bicicleta (*bike fit*), pois o fato de estarem fora do posicionamento ou dimensão ideal pode resultar em sobrecarga do sistema musculoesquelético⁸. Mesmo pequenas alterações, tais como posição da alavanca de freio pode afetar a estabilidade central. Se a alavanca se encontra muito inclinada para baixo o ciclista é obrigado a fletir o punho e anteriorizar os antebraços para alcançá-la, aumentando a flexão de tronco e o trabalho dos extensores de tronco em manter a postura.

A prática de fortalecimento dos músculos do *core* e alongamentos contribui com um posicionamento pélvico adequado além de propiciar uma pedalada de maior eficiência³³. A diminuição da força muscular pode induzir ao desalinhamento dos membros inferior em esforço submáximo para manter uma determinada potência. Além disso, a falta de alinhamento dos membros inferiores associado à alta cadência e intensidade pode aumentar o risco de lesão¹².

Avaliação da Estabilização Central - A estabilização central por ser um fenômeno complexo e constituído por músculos de diferentes funções necessita de uma série de testes para ser devidamente avaliada³. Há três formas de avaliação da força muscular: os testes isométricos, o isocinético e os isoinerciais. Uma desvantagem do teste isométrico é que a interpretação dos resultados é limitada à capacidade dos músculos em um único comprimento. Talvez seja este o motivo pelo qual a avaliação isocinética no quadril e tronco tem ganhado popularidade nas últimas três décadas³.

Entre os testes isométricos destacam-se: o Biering-Sørensen^{15,34-36}, o de resistência da flexão de tronco^{3,34}, o *side plank*^{3,32,34,36} e o de instabilidade ventral^{16,37} (*prone instability test*). Para a realização do teste Biering-Sørensen, o ciclista é posicionado em decúbito ventral com a espinha ilíaca ântero-superior no limite longitudinal da maca, com o tronco suspenso e os membros superiores na cabeça. É solicitada a extensão

do tronco e manutenção em posição horizontal o tempo que conseguir^{22,35,36}. O teste de resistência da flexão de tronco^{3,34} é realizado com o ciclista sentado a 90° de flexão de quadril e joelhos. O *side plank*^{3,34,36} exige que o ciclista fique em decúbito lateral apoiado apenas sobre o antebraço e o pés. O teste de instabilidade ventral posiciona o ciclista com os membros inferiores fora da maca. Aplica-se uma compressão pósterio-anterior sobre a lombar e avalia-se a dor. O teste é dito positivo quando a dor é obtida com compressão e aliviada com a extensão ativa^{16,37}.

O teste isocinético avalia a força muscular realizada a uma velocidade constante. Há várias desvantagens em relação a esta técnica, pois os dinamômetros isocinéticos tendem a ser grandes, imóveis e de elevado custo para obtenção e manutenção. A instrução a quem será avaliado e configuração do aparelho geralmente é um processo demorado e há relatos sugerindo que a confiabilidade desses dispositivos é questionável, especialmente em velocidades maiores que 60° por segundo^{38,39}.

Contrações isoinerciais são atividades musculares realizadas contra resistência constante. O agachamento unipodal^{3,5} é um teste isoinercial muito simples que pode ser realizado para avaliar a estabilidade central. Quando ocorre uma queda da pelve contralateral e uma adução do quadril ou rotação medial considera-se que o *core* apresenta um déficit de estabilização³.

Leetun et al.²² realizaram um estudo prospectivo avaliando 140 atletas colegiais de basquete e atletismo. Eles descobriram que os atletas com dor fêmoro-patelar tinham redução significativa da força em abdução e rotação lateral do quadril em comparação com os atletas não lesionados. Os abdutores e rotadores laterais do quadril desempenham função importante no alinhamento dos membros inferiores^{5,22}, pois ajudam na manutenção do nível pélvico e na prevenção de movimentos em adução e rotação medial durante apoio unipodal²².

Ireland et al.⁴⁰ avaliaram a força no quadril em mulheres com idade entre 12 a 21 anos que relatavam dor fêmoro-patelar, usando dinamômetros de mão e cinta de estabilização. As mulheres com dor fêmoro-patelar, quando comparadas ao grupo controle (saudável) demonstraram um déficit no pico de força de rotação lateral e abdução de 26% e 36%, respectivamente. Os autores sugeriram que este déficit de força pode representar uma diminuição da capacidade de resistir ao movimento de adução e rotação medial.

Fortalecimento da Musculatura do Core - No ciclismo, um bom condicionamento entre os músculos abdominais e lombares (transverso do abdome, oblíquo interno e externo, e multífidos) é necessário para estabilizar a pelve e permitir uma potencialização da atividade do quadríceps, ísquios-tibiais e psoas durante o ciclo da pedalada⁷. A maioria dos ciclistas foca os ísquios-tibiais, quadríceps e glúteos e se esquecem da importância em manter a estabilidade central funcional⁸.

Quanto mais sincronizados estão os grupos musculares envolvidos em uma atividade, mais eficiente se torna o movimento⁷.

A fraqueza ou falta de coordenação na musculatura do *core* pode levar a movimentos menos eficientes, padrões compensatórios, distensão e lesões por *overuse*³². Por este motivo o fortalecimento dos músculos do *core* tem sido defendido como uma forma de prevenir e reabilitar disfunções lombares e musculoesqueléticas em membros inferiores bem como uma forma de aumentar o desempenho esportivo².

O condicionamento dos músculos abdominais e posteriores de tronco é necessário para que o ciclista transmita aos membros inferiores a força produzida pela ação dos braços⁴¹ e mantenha o alinhamento em membros inferiores¹². Embora o ciclismo seja uma atividade essencialmente no plano sagital, fortalecimento da musculatura do *core* também deve incluir exercícios nos planos frontal e transversal^{12,32} para reforçar a estabilidade do sistema primário de alavanca a partir do qual o ciclista gera força e aumentar a resistência dos músculos na manutenção da estabilização central¹².

Um programa de exercício para o *core* deve ser feito em etapas com progressão gradual. Deve começar com restauração do comprimento muscular normal e a mobilidade para corrigir eventuais desequilíbrios musculares entre agonistas e antagonistas¹⁶. Um programa fisioterapêutico para ciclistas com síndrome da dor fêmoro-patelar deve incorporar o fortalecimento de abdutores do quadril, extensores do joelho e músculos do *core*, além de alongamento dos flexores do quadril⁴².

O'Sullivan et al.⁴³ indicaram que a dor sacroilíaca compromete o recrutamento do diafragma e músculos do assoalho pélvico. Técnicas de respiração diafragmática e ativação de músculos do períneo pode ser uma parte importante de um programa de fortalecimento dos músculos do *core*.

Taylor⁷ relata que a realização de exercícios em somente um membro inferior durante um programa de fortalecimento ou enquanto pedala em um ciclo simulador é uma forma de proporcionar ganho no controle motor dos músculos do *core*. Exercícios de resistência realizados em equipamentos instáveis como bolas suíças, discos de propriocepção^{7,10,44,45} e mini trampolim^{7,44}, têm sido enfatizados como eficientes para o desenvolvimento da estabilidade do *core*¹⁰, por meio do ganho de equilíbrio e ativação da musculatura lombo-pélvica^{7,44}. Todavia, é importante que os exercícios sejam precedidos por um aquecimento² com o exercício do “gato” e “camelo” e um programa aeróbico curto^{2,16,32}. Para realizar o exercício do “gato” o ciclista deve apoiar-se ao chão sobre as mãos e joelhos, curvar as costas para cima e flexionar a cervical. O exercício do “camelo” solicita curvar as costas para baixo e manter a cervical estendida.

Os exercícios podem ser iniciados com a extremidade próxima ao corpo para diminuir a resistência⁵ e realizados com a coluna em posição neutra

(sem associar retro ou anteroversão), por ser a posição de equilíbrio para o desempenho ótimo em muitos esportes^{16,36,45}. Ciclistas com lombalgia crônica ou sem habilidade em ativar as vias motoras conscientemente podem precisar de tempo e instrução extra para aprender a recrutar os músculos envolvidos¹⁶.

O treinamento da musculatura do *core* pode ocorrer em cinco estágios. O primeiro compreende exercícios para recrutamento de músculos abdominais transversos, oblíquos^{16,32,46}, glúteos e posteriores de coxa, mantendo a pelve em posição neutra e associados a exercícios para ganho de flexibilidade^{16,46}. O segundo trabalha exercícios para correção de desequilíbrio de força e resistência muscular. No terceiro, prioriza-se a reeducação para os músculos estabilizadores. O quarto realiza exercícios avançados de estabilização estática, enquanto no quinto e último estágio, faz-se uso de exercícios de estabilização dinâmica⁴⁶.

Conclusão

Embora o ciclismo seja essencialmente uma atividade no plano sagital, um programa de condicionamento do *core* deve incluir exercícios nos planos frontal e transversal. Com o avanço no conhecimento da anatomia e teorias da aprendizagem motora, a estabilização central aparece entre as mais novas pesquisas do sistema musculoesquelético. O fortalecimento da musculatura do *core* aumenta a estabilidade dos movimentos funcionais responsáveis em gerar a força transmitida ao pedal, aumentando o desempenho, e possibilita a realização dos movimentos exigidos pelo ciclismo por períodos mais longos sem predispor o ciclista à lesão. Além disso, melhora a postura, mantém os músculos em equilíbrio, melhora a capacidade física em atividades de vida diárias e ajuda a proteger articulações e músculos contra cargas externas excessivas.

Referências

1. Panjabi MM. Clinical Spinal Instability and Low Back Pain. J. Electromyogr. Kinesiol. 2003; 13(4): 371-9.
2. Akuthota V, Nadler SF. Core Strengthening. Arch Phys Med Rehabil. 2004; 85(3 Suppl 1): S86-92.
3. Willson JD, Dougherty CP, Ireland ML, Davis IM. Core Stability and its Relationship to Lower Extremity Function and Injury. J Am Acad Orthop Surg. 2005; 13(5): 316-25.
4. Clark, MA. Treinamento de Estabilização Central em Reabilitação. In: Prentice WE, Voight, ML. Técnicas em Reabilitação Musculoesquelética. 1ª Ed. São Paulo: Artmed, 2003.

5. Kibler WB, Press J, Sciascia A. The Role of Core Stability in Athletic Function. *Sports Med.* 2006; 36(3): 189-98.
6. Peate WF, Bates G, Lunda K, Francis S, Bellamy K. Core strength: A New Model For Injury Prediction and Prevention. *J Occup Med Toxicol.* 2007; 2(3): 1-9.
7. Taylor L. Hard Core Cycling. *Impact Magazine* 2005 May/June; 44-45.
8. Silberman MR, Webner D, Collina, Steven, Shiple, BJ. Road Bicycle Fit. *Clin J Sport Med.* 2005; 15(4): 271-6.
9. Colson E. Core Stability for Cycling. *Bicycling Australia* 2006; 52-4.
10. Willardson JM. Core Stability Training for Healthy Athletes: A Different Paradigm for Fitness Professionals. *National Strength Cond Association* 2007a; 29(6): 42-9.
11. Willardson JM. Core Stability Training: Applications to Sports Conditioning Programs. *J Strength Cond Res.* 2007b; 21(3): 979-85.
12. Abt JP, Smoliga, JM, Brick MJ, Jolly JT, Lephart SM, Fu FH. Relationship Between Cycling Mechanics and Core Stability. *J Strength Cond Res.* 2007; 21(4): 1300-4.
13. Williams C. Core Training Using a Domed Device. *NSCA's Performance Training Journal* 2008; 7(6): 9-12.
14. Sacco ICN, Pereira CS. Complexo Articular da Coluna Lombossacra e Pelve. In: Carvalho CRF, Tanaka C. *Cinesiologia e Biomecânica dos Complexos Articulares.* 1ª Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008, p. 249-300.
15. Bliss LS, Teeple P. Core Stability: The Centerpiece of Any Training Program. *Curr Sports Med Rep.* 2005; 4(3): 179-83.
16. Akuthota V, Ferreiro A, Moore T, Fredericson M. Core Stability Exercise Principles. *Curr. Sports Med. Rep.* 2008; 7(1): 39-44.
17. Cholewicki J, VanVliet JJ IV. Relative Contribution of Trunk Muscles to the Stability of the Lumbar Spine During Isometric Exertions. *Clin Biomech.* 2002; 17(2): 99-105.
18. Hodges PW, Richardson CA. Contraction of the Abdominal Muscles Associated with Movement of the Lower Limb. *Phys Ther.* 1997; 77(2): 132-42.
19. Hodges PW. Is there a Role for Transverses Abdominis in Lumbo-Pelvic Stability? *Man Ther.* 1999; 4(2):74-86.
20. McGill SM, Childs A, Liebenson C. Endurance Times for Low Back Stabilization Exercises: Clinical Targets for Testing and Training from a Normal Database. *Arch Phys Med Rehabil.* 1999; 80(8): 941-4.
21. Dostal WF, Soderberg GL, Andrews JG. Actions of hip muscles. *Phys Ther.* 1986; 66(3): 351-61.
22. Leetun DT, Ireland ML, Willson JD, Ballantyne BT, Davis IM. Core Stability Measures as Risk Factors for Lower Extremity Injury In Athletes. *Med. Sci. Sports Exerc* 2004; 36(6): 926-34.
23. Hides JA, Richardson CA, Jull GA. Multifidus Muscle Recovery is not Automatic After Resolution of Acute, First-Episode Low Back Pain. *Spine.* 1996; 21(23): 2763-9.
24. Liemohn WP, Baumgartner TA, Gagnon LH. Measuring Core Stability. *J Strength Cond. Res.* 2005; 19(3): 583-6.
25. Potvin JR, Brown SH: An Equation to Calculate Individual Muscle Contributions to Joint Stability. *J Biomech.* 2005; 38(5): 973-80.
26. Schweltnus MP, Derman EW. Common Injuries in Cycling: Prevention, Diagnosis and Management. *SA Fam Pract.* 2005; 47(7): 14-19.
27. Burnett AF, Cornelius MW, Dankaerts W, O'Sullivan PB. Spinal Kinematics and Trunk Muscle Activity in Cyclists: A Comparison Between Healthy Controls and Non-Specific Chronic Low Back Pain Subjects - a Pilot Investigation. *Man Ther.* 2004; 9(4): 211-9.
28. Hides JA, Stokes MJ, Saide M, Jull GA, Cooper DH. Evidence of Lumbar Multifidus Muscle Wasting Ipsilateral to Symptoms in Patients with Acute/Subacute Low Back Pain. *Spine* 1994; 19(2): 165-72.
29. Hodges P, Holm AK, Hansson T, Holm S. Rapid Atrophy of the Lumbar Multifidus Follows Experimental Disc or Nerve Root Injury. *Spine* 2006; 31(25): 2926-33.
30. Hodges PW, Richardson CA. Altered Trunk Muscle Recruitment in People with Low Back Pain with Upper Limb Movement at Different Speeds. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 1999; 80(9): 1005-12.

31. Cholewicki J, Simons APD, Radebold A. Effects of External Trunk Loads on Lumbar Spine Stability. *J. Biomech.* 2000; 33(11): 1377-85.
32. Fredericson M, Moore T. Muscular Balance, Core Stability, and Injury Prevention for Middle- and Long-Distance Runners. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* 2005; 16(3): 669-89.
33. Asplund C, Webb C, Barkdull T. Neck and Back Pain in Bicycling. *Curr Sports Med Rep.* 2005; 4(5): 271-4.
34. Konrad P, Schmitz K, Denner A. Neuromuscular Evaluation of Trunk Training Exercises. *J Athl Train.* 2001; 36(2): 109-18.
35. Pitcher MJ, Behm DG, MacKinnon SN. Neuromuscular Fatigue During a Modified Biering-Sørensen Test in Subjects with and without Low Back Pain. *J Sports Sci Med.* 2007; 6: 549-59.
36. Brumitt J. Using Functional Tests to Identify Core Weakness. *NSCA's Performance Training Journal* 2008; 7(6): 5-6.
37. Hicks GE, Fritz JM, Delitto A, Mishock J. Interrater Reliability of Clinical Examination Measures for Identification of Lumbar Segmental Instability. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 2003; 84(12): 1858-64.
38. Delitto A, Rose SJ, Crandell CE, Strube MJ. Reliability of Isokinetic Measurements of Trunk Muscle Performance. *Spine* 1991; 16(7): 800-803.
39. Keller A, Hellesnes J, Brox JI. Reliability of the isokinetic trunk extensor test, Biering-Sørensen test, and Åstrand bicycle test: Assessment of Intraclass Correlation Coefficient and Critical Difference in Patients with Chronic Low Back Pain and Healthy Individuals. *Spine* 2001; 26(7): 771-7.
40. Ireland ML, Willson JD, Ballantyne BT, Davis IM. Hip Strength in Females with and without Patellofemoral Pain. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2003; 33(11): 671-6.
41. Weineck J. *Anatomia Aplicada ao Esporte.* 3ª Ed. São Paulo: Manole, 1990.
42. Walker JJ, Dave SJ. Road Bike Injuries. In: Buschbacher R, Prahlow ND, Dave SJ. *Sports Medicine and Rehabilitation: A Sport-Specific Approach.* 2nd ed. Philadelphia, PA: Lippincott Williams and Wilkins, 2009, p. 109-18.
43. O'Sullivan PB, Beales DJ, Beetham JA, Cripps J, Graf F, Lin IB et al. Altered Motor Control Strategies in Subjects with Sacroiliac Joint Pain During The Active Straightleg-Raise Test. *Spine.* 2002; 27(1): E1-E8.
44. Caraffa A, Cerulli G, Progetti M, Aisa G, Rizzo A. Prevention of Anterior Cruciate Ligament Injuries in soccer. A prospective Controlled Study of Proprioceptive Training. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1996; 4(1): 19-21.
45. Yeager S. Cycling Injury Prevention: Sitting Disease. *Bicycling* 2009 March; 56-9.
46. Reinehr FB, Carpes FP, Mota CB. Influência do Treinamento de Estabilização Central sobre a Dor e Estabilidade Lombar. *Fisioter. Mov.* 2008; 21(1): 123-9.