

ANÁLISE CINEMÁTICA 2D DA POSTURA ORTOSTÁTICA DE CICLISTAS LOMBÁLGICOS

Regina Moreira Borges de Macedo¹, Denise da Vinha Ricieri², Leandra Ulbricht¹, Cassio Preis³, Juliana Maiara Duarte³, Luiz Bertassoni Neto³

RESUMO

O objetivo deste estudo foi de realizar avaliação da biomecânica de ciclistas, que realizaram tratamento para lombalgia, por meio do método de biofotogrametria. Foi realizado um estudo de caso-controle onde foram selecionados nove atletas, que foram submetidos a um programa de tratamento de 10 atendimentos de aproximadamente 1 hora por meio de um protocolo de exercícios propostos pelo método McKenzie (22,56 ± 5,5 anos; altura 1,76 ± 0,07 m; IMC 23,48 ± 1,76). Foram realizadas avaliações posturais e através da biofotogrametria no pré e no pós-tratamento. Em relação a avaliação postural foram encontradas diferenças estatisticamente significativas, corroborando com a hipótese inicial deste estudo. Na vista anterior, em NO1, nivelamento do ombro, houve diminuição da média pré e pós-tratamento, passando de 92,13° para 90,84° com p=0,038; na vista lateral em JOE, joelho, houve diminuição também de 177,97° para 171,14° com p=0,015. O ângulo RCM, relação cabeça maléolo, passou de 3,33° para 3,13° com p=0,030. Na vista posterior, o ângulo CI, coluna inferior, teve diminuição de 90,76° para 88,06°, com p=0,021; e o ângulo AIO, ângulo intraolecraniano, passou de 66,90° para 63,64° com p=0,028.

Palavras-chave: Traumatismos em Atletas; Lombalgia; Fotogrametria; Ciclismo; Equilíbrio Postural.

ABSTRACT

The objective of this study was to make biomechanical evaluation of cyclists, who were submitted to treatment to low back pain, by the method of photogrammetry. We conducted a case-control study where we selected nine athletes who were submitted to a treatment program of 10 attendances for about 1 hour through an exercise protocol method proposed by McKenzie (22.56 ± 5.5 years, height 1.76 ± 0.07 m, BMI 23.48 ± 1.76). The postural evaluation was performed by the biophotogrammetry in the pre and post treatment. Regarding the postural evaluation, statistically significant differences were found. In anterior view, in NO, leveling of shoulder, there was a decrease in mean pre and post treatment, from 92.13 ° to 90.84 ° with p = 0.038; in the lateral view the JOE, knee, there was also a decrease of 177.97° to 171.14° with p = 0.015. The angle SPC, relationship malleolus head, went from 3.33° to 3.13° with p = 0.030. In the posterior view the angle CI, lower spine had decreased from 90.76° to 88.06°, p = 0.021; AIO and angle, angle intraolecraniano, rose from 66.90° to 63.64° with p = 0.028.

Keywords: Athletic Injuries; Low Back Pain; Photogrammetry; Cycling; Postural balance.

1. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). E-mail: regina_macedo@hotmail.com

2. Universidade Federal do Paraná (UFPR)

3. Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR)

INTRODUÇÃO

O esporte conhecido como ciclismo é um dos mais antigos e praticados em todos os países, que se originou de uma necessidade: um meio de locomoção mais eficiente que a marcha a pé. A bicicleta, utilizada como meio de transporte muito popular até os dias atuais, foi tida desde os primórdios como elemento de competição ideal para exercitar-se fisicamente¹.

A bicicleta é o veículo mais utilizado no mundo e o que mais cresce em número de usuários, por diversos motivos: lazer, treinamento físico, reabilitação ou prática competitiva².

No ciclismo esportivo, o rendimento exigido depende de diversos fatores como postura adequada, composição corporal, aptidão física, e equipamento adequado. Essas variáveis podem ser otimizadas para a obtenção de um melhor rendimento. O posicionamento do sujeito sobre a bicicleta está relacionado com a busca de melhor conforto e desempenho. Alguns estudos tem demonstrado que desajustes no posicionamento ocorrem na maioria dos ciclistas em diferentes níveis de condicionamento^{3,4}.

Se o ajuste não for adequado podem surgir quadros dolorosos e até mesmo lesões. Dentre os quadros dolorosos, a lombalgia é um dos mais prevalentes e pode ser definida como dor na região pósterio-inferior do tronco compreendida entre o último arco costal e a prega glútea. A dor lombar é uma patologia multifatorial, que atinge pessoas de ambos os sexos e de várias faixas etárias⁵.

Várias técnicas de tratamento foram criadas a fim de minimizar as algias da coluna vertebral, como é o caso do método Mckenzie, desenvolvido pelo fisioterapeuta Robin Mckenzie. É uma abordagem abrangente da coluna e articulações periféricas que enfatiza a educação e o envolvimento ativo do paciente⁶. Dentro deste contexto, esta pesquisa tem a finalidade de realizar a análise postural por meio da biofotogrametria antes e após tratamento em ciclistas lombálgicos, para que seja possível observar se os resultados podem ou não ser satisfatórios.

MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa caracteriza-se por ser um estudo de caso-controle, pelo estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos, de maneira que permita o seu amplo e detalhado conhecimento. A sua utilidade é verificada nas pesquisas exploratórias, por sua flexibilidade é recomendável nas fases iniciais de uma investigação sobre temas complexos, para a construção de hipóteses ou reformulação de problemas⁷.

O estudo de campo foi realizado com um grupo voluntário de ciclistas, contando com nove participantes, de 18 a 28 anos, de ambos os gêneros, que apresentavam queixa de dor lombar. Foi realizada uma anamnese inicial, após foram realizadas avaliações antropométricas (peso, altura, estatura), foi aplicado o questionário de Dor de McGill e no final foi realizada a avaliação postural por meio da biofotogrametria.

Inicialmente os ciclistas passaram por uma avaliação fisioterapêutica e avaliação postural por meio do método de biofotogrametria, e após, eles foram submetidos a um programa de tratamento fisioterapêutico de 10 atendimentos de 50 minutos cada, na qual os sujeitos realizavam uma série de exercícios propostos pelo método McKenzie. Após esta intervenção, realizaram a reavaliação fisioterapêutica e postural.

Para a aquisição das imagens digitais, foram realizadas fotografias das vistas anterior, posterior e lateral do tronco de cada atleta na posição ortostática, por meio de uma câmera fotográfica digital Sony modelo Cybershot DSC-W210, 12.1mega pixels sobre tripé a 1.50m de altura do solo, distante entre 1.80 e 2.20m do atleta (Figura 1).

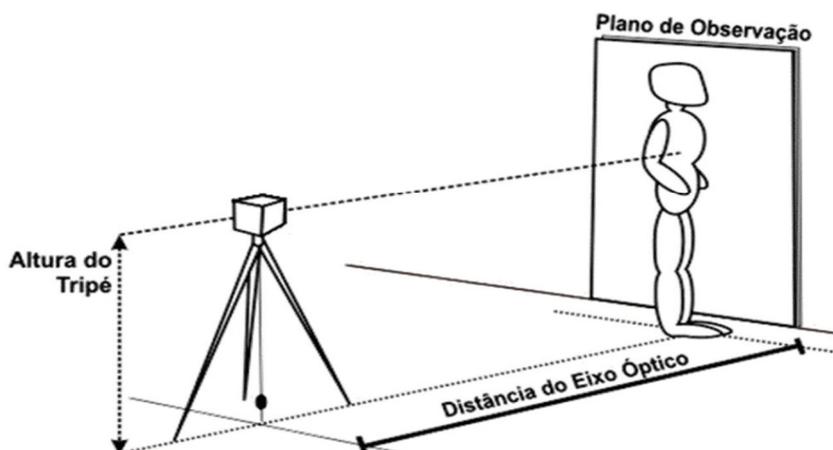


Figura 1. Relação entre câmera e avaliado na aquisição de imagens⁸.

Para proceder às medidas no tronco, referências anatômicas padrão em avaliações posturais observacionais foram destacadas pelo posicionamento de marcadores de superfície brancos, opacos e esféricos: (a) na vista anterior, glabella, articulações acrômio-claviculares, incisura jugular, apêndice xifóide, onfálica, espinhas ilíacas antero-superiores, tuberosidades da tíbia; (b) na vista posterior, processos espinhosos de C7, T9 e L5, ângulos escapulares superiores e inferiores, linhas poplíteas e tendão calcâneo; (c) na vista lateral, trágus, acrômio clavicular, epicôndilo lateral, trocânter maior, côndilo lateral do fêmur, maléolo lateral e V metatarso (Figura 2).

Importadas para o programa CorelDraw-12[®], as imagens receberam traçados verticais e horizontais para cada par de marcadores, na construção de ângulos que mediram nivelamentos das referências anatômicas pares, e alinhamento das referências ímpares.

A partir dessas linhas guias e dos pontos de referência, estabeleceu-se um algoritmo de construção angular, composto de três corolários: (a) todos ângulos foram construídos sobre o conceito de ortogonalidade entre o eixo das referências, que uniu dois marcadores, e um eixo complementar a este; (b) uma linha que uniu pontos bilaterais ou pares seria sempre ortogonal a um eixo complementar vertical, de sentido inverso à gravidade, e teria seu vértice sempre à direita do avaliado; (c) uma linha que uniu pontos medianos, ou ímpares, seria ortogonal a um eixo

complementar horizontal a ele e também teria seu vértice posicionado à direita do avaliado (Figura 2).

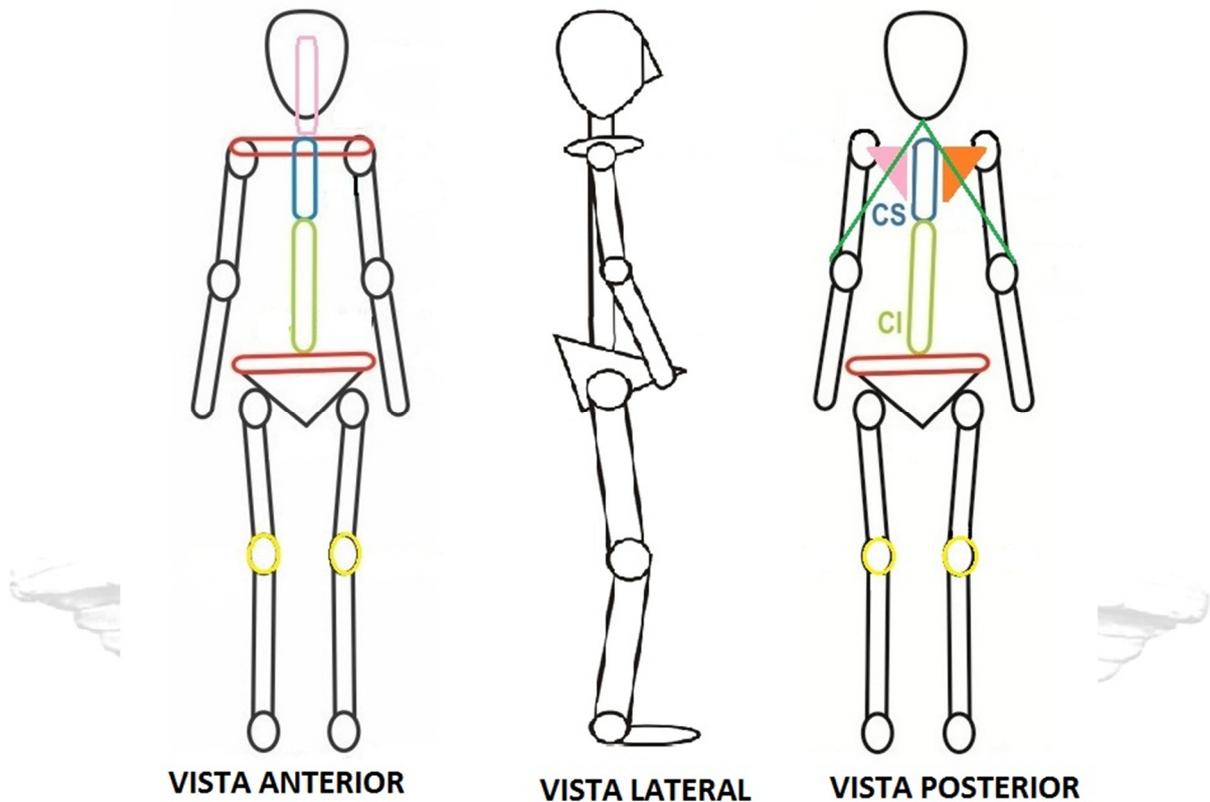


Figura 2. Ângulos medidos nas vistas anterior, lateral e posterior.

Para a análise postural foi realizada a aplicação do teste de Kolmogorov-Smirnov às medidas angulares para identificar a normalidade na distribuição. No entanto, dado o número reduzido de sujeitos, preferiu-se utilizar testes não-paramétricos na análise inferencial para assegurar força aos resultados.

Os ângulos analisados foram nomeados como: IC1, inclinação de cabeça 1; IC2, inclinação de cabeça 2; AO, apêndice xifoide onfálica; NO, nivelamento de ombro; NP, nivelamento de pelve; JOE, joelho esquerdo; e JOD, joelho direito.

Esta pesquisa seguiu as orientações contidas na resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde e teve seu protocolo submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Pontifícia Universidade Católica do Paraná em março de 2011, com aprovação deste mesmo Comitê sob o número 4908/11.

RESULTADOS

Participaram do estudo oito ciclistas do sexo masculino e uma do sexo feminino. As principais características do grupo estudado estão apresentadas abaixo na Tabela 1.

Tabela 1. Média e Desvio Padrão das Características antropométricas, treino e dor pré e pós-tratamento McKenzie.

| Variável | Média | Desvio Padrão |
|---|-------|---------------|
| Idade | 22,56 | 66,75 |
| Estatura (m) | 1,76 | 0,07 |
| IMC | 23,48 | 1,76 |
| Tempo treino (meses) | 57,33 | 66,75 |
| Dias de treino por semana | 5,56 | 1,33 |
| Horas de treino por dia | 2,44 | 1,13 |
| Tempo Dor (meses) | 12,00 | 7,34 |
| Intensidade da dor pré-tratamento (EVA) | 5,11 | 3,02 |
| Intensidade da dor pós-tratamento (EVA) | 3,44 | 2,35 |

As Figuras 3, 4 e 5 apresentam as ilustrações dos valores médios para cada ângulo medido.

As médias dos ângulos na vista anterior no pré-tratamento foram: IC1: 89,83 \pm 2,59; IC2 88,74 \pm 2,84; NO 92,13 \pm 1,93; AO 89,45 \pm 1,53; NP 93,84 \pm 2,08; JOD 5,54 \pm 0,99; JOE 5,18 \pm 0,64; e no pós-tratamento foram: IC1 91,13 \pm 1,58; IC2 88,72 \pm 2,23; NO 90,84 \pm 1,04; AO 90,26 \pm 1,41; NP 93,16 \pm 1,44; JOD 5,52 \pm 1,17; JOE 5,51 \pm 0,85.

Na vista lateral, foram nomeados por: IC, inclinação de cabeça; RCO, relação cabeça ombro; RCM, relação cabeça maléolo; IP, inclinação da pelve; JOE joelho; TORN, tornozelo.

As médias dos ângulos pré-tratamento foram: IC 29,37 \pm 7,80; RCO 11,89 \pm 4,78; IP 42,66 \pm 11,76; JOE 177,97 \pm 9,07; TORN 112,7 \pm 6,49; RCM 3,62 \pm 0,61; e os pós-tratamento foram: IC 29,45 \pm 5,92; RCO 12,50 \pm 2,37; IP 39,92 \pm 10,49; JOE 171,14 \pm 5,46; TORN 110,10 \pm 6,11; RCM 3,28 \pm 0,19.

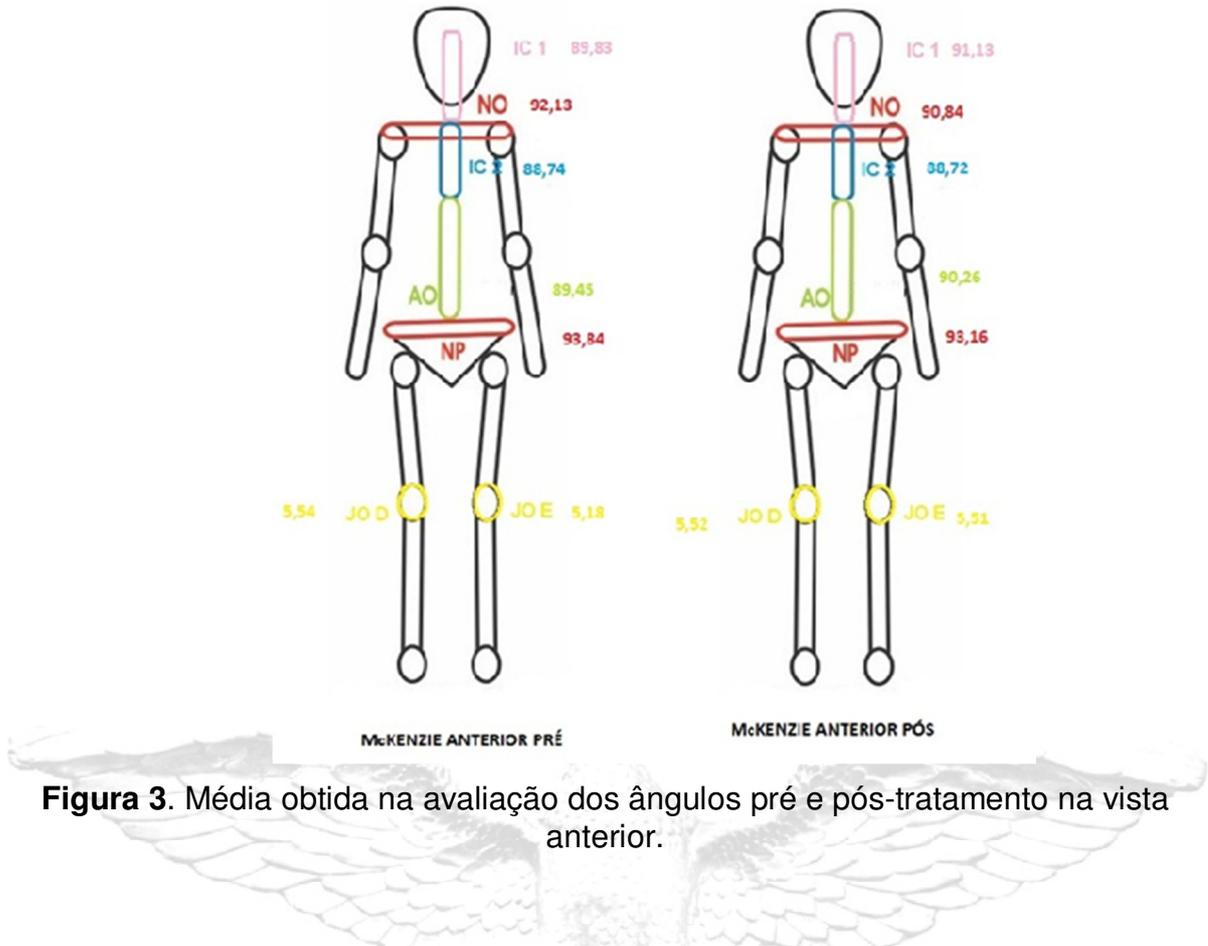


Figura 3. Média obtida na avaliação dos ângulos pré e pós-tratamento na vista anterior.

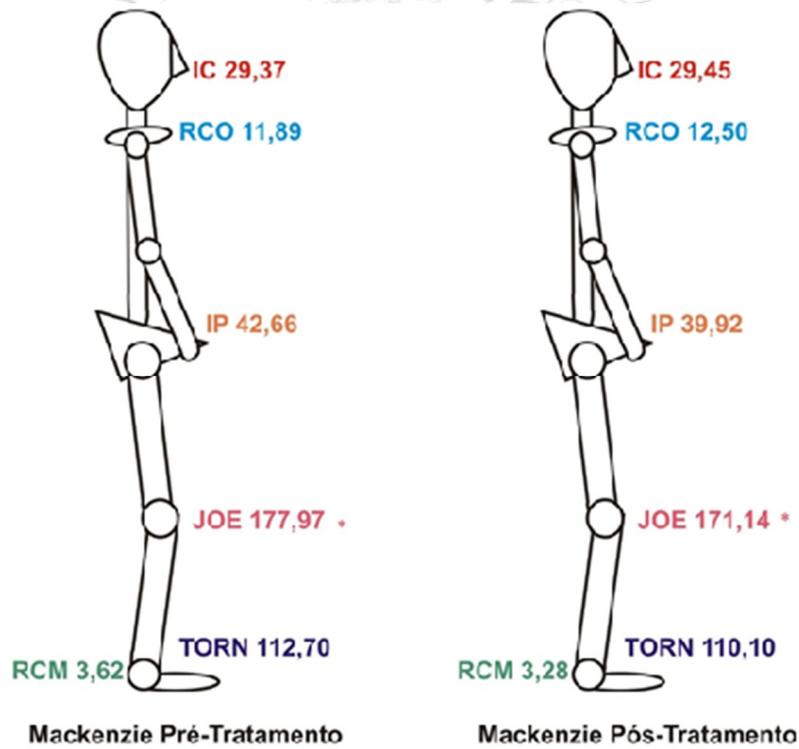


Figura 4. Média obtida na avaliação dos ângulos pré e pós-tratamento na vista lateral.

E na vista posterior, foram nomeados por: CS, coluna superior; CI, coluna inferior; AIO, ângulo intraolecraniano; REE, rotação escápula esquerda; RED, rotação escápula direita; RJD, rotação joelho direito; RJE, rotação joelho esquerdo.

As médias dos ângulos pré-tratamento foram: CS $90,26 \pm 1,92$; CI $90,76 \pm 2,36$; AIO $66,90 \pm 5,56$; RE $83,03 \pm 7,41$; RD $85,74 \pm 7,21$; JOD $92,27 \pm 2,87$; JOE $95,28 \pm 2,42$; e os pós foram: CS $89,42 \pm 1,07$; CI $88,06 \pm 2,78$; AIO $63,64 \pm 3,61$; RE $84,65 \pm 5,98$; RD $74,82 \pm 28,41$; JOD $92,55 \pm 1,85$; JOE $91,34 \pm 3,44$.

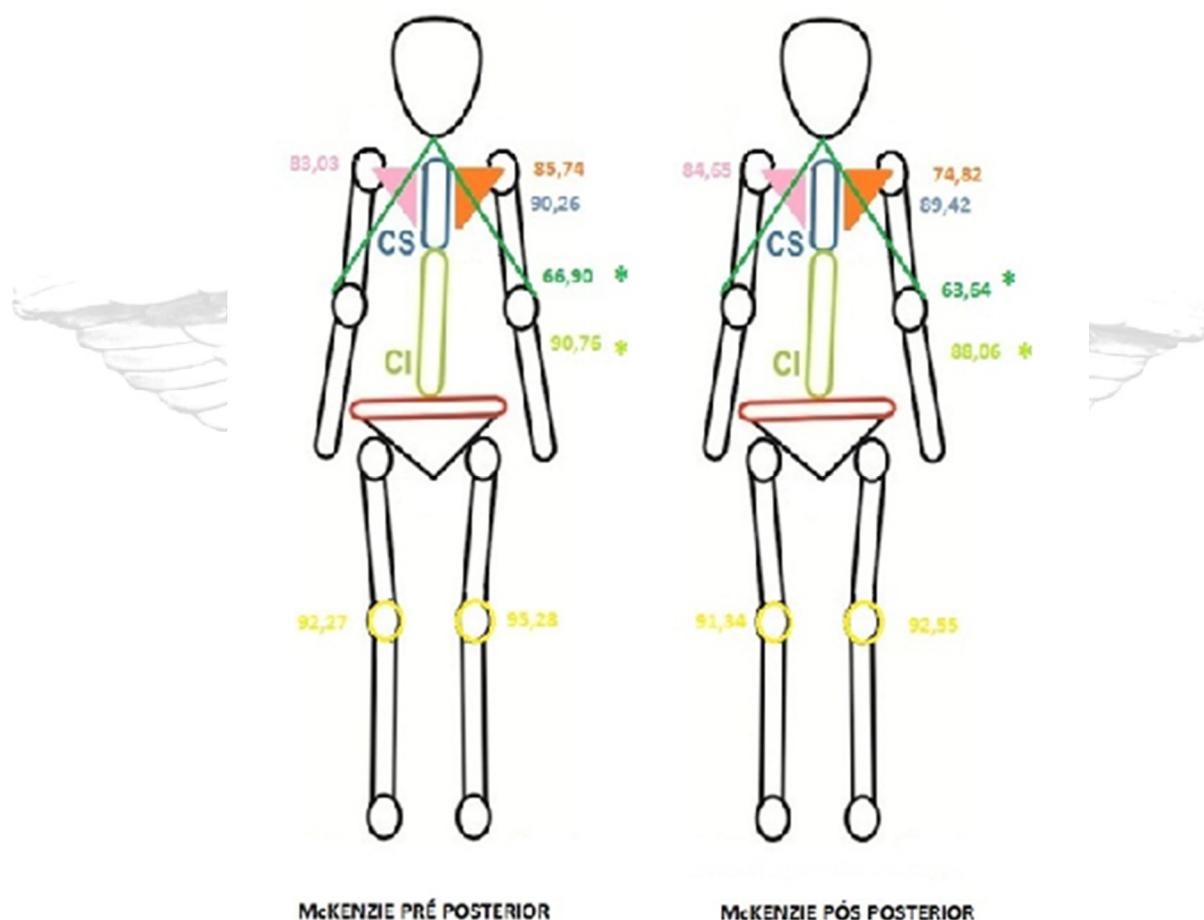


Figura 5. Média obtida na avaliação dos ângulos pré e pós-tratamento na vista posterior

Em relação à vista anterior, no ângulo de nivelamento do ombro (NO1), houve diminuição da média pré e pós-tratamento, passando de 92,13 para 90,84 com $p=0,038$, demonstrando que neste ângulo houve melhora do alinhamento corporal, buscando a linha média.

Na vista lateral também foram encontradas diferenças estatisticamente

significativas, no ângulo do joelho (JOE) teve diminuição da média passando de 177,97 para 171,14 com $p=0,015$. O ângulo de relação cabeça maléolo (RCM) também teve diminuição da média passando de 3,33 para 3,13 com $p=0,030$.

Já na vista posterior em relação ao ângulo da coluna inferior (CI) teve diminuição da média pré e pós-tratamento, no qual passou de 90,76 para 88,06, com $p=0,021$. Também foram encontrados resultados significativos em relação ao ângulo intraolecraniano (AIO), tendo diminuído a média de 66,90 para 63,64, com $p=0,028$.

DISCUSSÃO

Em relação à lombalgia apresentada em ciclistas, de acordo com estudos de⁹, existem basicamente três mecanismos associados. O primeiro está relacionado ao fenômeno da flexão-relaxamento, que se manifesta pelo silêncio mio elétrico (não ativação) dos eretores da coluna ao final da amplitude de flexão. Quando as forças musculares são reduzidas, estruturas como ligamentos e discos intervertebrais são colocadas em maior risco de lesão. Enquanto vários ligamentos intervertebrais garantem a estabilização primária das vértebras adjacentes e limitam os movimentos de flexão da coluna vertebral, a musculatura intrínseca e extrínseca à coluna lombar garante a estabilização secundária¹⁰.

Em segundo lugar, a lombalgia crônica não específica em ciclistas pode resultar em ativação excessiva dos extensores da coluna, resultando em aumento da tensão muscular de toda a coluna lombar. Esse mecanismo foi previamente sugerido como causa da lombalgia crônica não específica⁹.

Em terceiro lugar, a flexão prolongada pode ser um importante fator etiológico para a lombalgia, pois a porção posterior do *annulus fibrosus* pode sofrer micro lesões cumulativas^{9, 11}.

Em contrapartida, em outro estudo realizado relatou que a postura de flexão de tronco diminui a lordose lombar, condição esta que pode otimizar a contração muscular do psoas, músculo que durante o ciclo da pedalada também tem a função de promover a látero-flexão do corpo vertebral alternadamente entre o lado direito e esquerdo¹¹.

Diversos estudos têm demonstrado que se a musculatura da cadeia posterior

do tronco não está bem condicionada e inapta a manter a flexão de tronco^{12, 13, 14}, a fadiga muscular e a tensão excessiva gerada podem resultar em dor¹⁴. Paralelamente, pedalar com marcha pesada ou em aclives por longo período pode fadigar precocemente o glúteo máximo e ísquiostibiais¹⁴ promovendo uma anteroversão pélvica, aumentando a tensão sobre a musculatura lombar e resultando em dor lombar¹⁴. O posicionamento anteroposterior da pelve é controlado pelo equilíbrio entre a musculatura lombo-pélvica¹⁵.

Outro grupamento muscular muito utilizado no ciclismo é o quadríceps, especialmente o reto femoral e o íliopsoas, que se atuar em elevada tensão, tendem a realizar uma anteroversão da pelve^{14, 15}. Por outro lado, se os ísquiostibiais estão tensos, a anteroversão pélvica é restringida, resultando em aumento da flexão da coluna lombar^{14, 15}. Embora a flexão do tronco aumentada resulte em uma vantagem mecânica para os glúteos hiperestenderem a coluna lombar, esta postura associada à grande extensão do joelho no ciclo da pedalada eleva a tensão dos glúteos, que, conseqüentemente, tentam hiperestender a coluna lombar resultando em dor¹⁶.

As propostas de reabilitação das disfunções da coluna lombar são amplamente apresentadas e discutidas na literatura. A necessidade da busca pelo reequilíbrio muscular e correção biomecânica é apontada como eixo principal para a boa evolução do paciente. Os exercícios são a forma mais segura e eficaz para melhorar a flexibilidade, força e função muscular, bem como reduzir a dor lombar tanto na prevenção como na reabilitação desses pacientes¹⁷.

Para analisar os resultados quantitativos obtidos neste estudo, foram utilizadas duas teorias relacionadas ao comportamento postural normal e anormal: (1) o modelo do Duplo Pêndulo Fractal de Bricot; e (2) as Leis de Compensação de Busquet.

Fractal define uma estrutura geométrica complexa cujas propriedades repetem-se em qualquer situação, e Bricot via a organização do sistema postural como dois triângulos opostos, representando um duplo pêndulo invertido (Figura 6). Para ele o ser humano estaria suspenso por um eixo central através de suas fâscias musculares, inseridas na base do osso occipital. A oscilação mútua e contínua destes dois pêndulos invertidos, em relações de resposta sinérgicas, permitiria compreender porque o homem, verbis, “é capaz de equilibrar-se em seu desequilíbrio”¹⁸.

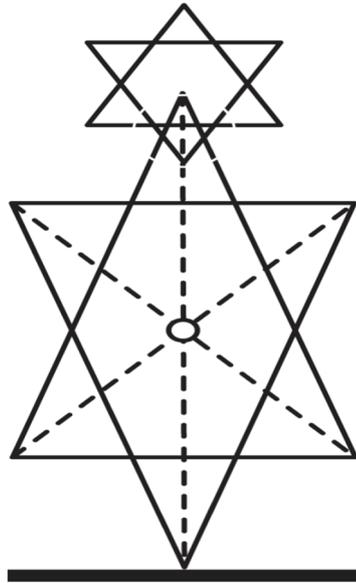


Figura 6. Ilustração esquemática da Teoria do Caos, ou Homem Fractal, segundo a qual cada pessoa sustenta-se no espaço através de suas fâscias musculares, e mantém contato com o solo pelo apoio bipodal¹⁸.

Para dar sentido sob a Teoria do Duplo Pêndulo à quantificação angular obtida, é preciso dar sentido ao que representam as referências utilizadas para, posteriormente, verificar se a álgebra confirmou a postulação biomecânica. Pela teoria, pés, pelve e cintura pélvica atuam como sistemas tampão do sistema postural, em verdadeiros conjuntos paralelos de atuação, sinérgicos ou antagônicos. Uma vez que os pés sempre estarão fixos em apoio, durante uma análise postural, medidas na pelve, na cintura escapular, e na coluna vertebral, referir-se-iam aos desequilíbrios da organização postural. A teoria se confirmaria na geometria fotogramétrica quando as cinturas, pélvica e escapular não atuassem como tampões compensatórios imediatos; nessas situações a coluna o faria, estabelecendo uma escoliose¹⁸.

O método Busquet¹⁹ propõe três leis a partir das quais a decodificação da linguagem corporal permitiria atribuir significado por seus próprios sistemas de compensações. A “Lei do Equilíbrio” remete à interatividade entre equilíbrio físico, mental, e biológico ou homeostático. O autor considerava a dinâmica do movimento e da postura como a busca incessante da expressão do ser através de sua atitude postural. A “Lei da Economia” ressaltava que todas as funções involuntárias de base, e entre elas a postura, organizar-se-iam de modo a consumir pouca energia, evitando o esgotamento vital. Mecanicamente, a economia provinha da manutenção

e acompanhamento dos segmentos num desvio postural, antes de uma compensação. Esta última idéia traduzia a “Lei do Conforto”, envolvendo o conceito de que todos os sistemas corporais seriam capazes de esquemas compensatórios para permitir o conforto relativo quando coexistissem perturbações físicas, viscerais e/ou psicológicas.

O autor afirmou ainda que toda pressão permanente em uma cadeia muscular, ou movimentos específicos como é o caso da lombalgia, modificaria a estática em curto prazo, e induziria a deformações, se perpetuadas e não corrigidas¹⁹.

Após o exposto, aplicando à análise da postura no ciclista lombalgico, relacionaram sobrecarga muscular e modificações compensatórias sobre a geometria muscular. Assim, a lombalgia em ciclistas recrutaria músculos acessórios compensatórios da manutenção postural, criando uma compensação mais confortável e econômica, do ponto de vista biomecânico. Alguns autores definem como postura lordótica, em que há deslocamento anterior da pelve.

Busquet demonstrou que tal recrutamento se daria através das cadeias musculares, verdadeiros circuitos de contiguidade de direção e de plano, através dos quais forças organizadoras do corpo se propagariam e se estruturariam, em esquemas de compensação. Isto posto, passa-se à análise dos resultados obtidos neste estudo.

Neste estudo, foram encontradas correlações positivas e significantes para: (a) no pré-tratamento entre os ângulos CS e IC, NP1 e AO1, IP e NP1 ($p < 0,05$); (b) para no pós-tratamento entre ângulos CS e IP ($p < 0,05$) e entre IP e IC ($p < 0,01$). Correlações negativas foram encontradas entre: (a) no pós-tratamento entre ângulos entre IP e NO1 ($p < 0,05$). As correlações positivas indicam que quando um ângulo mudou (aumentando ou diminuindo seu valor), o outro também se modificou. Correlações Negativas indicam o contrário. Segundo as Leis de Compensação de Busquet, após a análise estatística, foram encontradas correlações positivas e negativas.

No pré-tratamento em relação aos ângulos NP e AO, o NP passou de 93,84 para 93,16 e o AO passou de 89,45 para 90,26, demonstrando que o melhor alinhamento da pelve se relacionou com melhor alinhamento do tronco inferior. Ainda relacionado ao pré-tratamento outro ângulo que apresentou correlação

positiva foi o de IP e NP, em que a IP passou de 42,66 para 39,92 e o NP de 93,84 para 93,16 demonstrando que quando a pelve ficou mais alinhada sua inclinação ficou orientada para a retroversão, podendo afirmar assim que levou a uma diminuição da tensão lombar.

No pós-tratamento a CS e IP passaram de 90,29 para 89,42 e 42,66 para 39,92 respectivamente. A coluna tornou-se mais alinhada enquanto a pelve fez a retroversão. Pode-se perceber que a Lei do Equilíbrio e a Lei do Conforto de Busquet puderam explicar os dados encontrados, em que a interatividade corporal se fez presente, demonstrando que o sistema corporal foi capaz de realizar esquemas compensatórios para permitir o conforto relativo do corpo. Sendo assim, as modificações no pré e pós-tratamento demonstraram que após a diminuição da dor, foram adotadas posturas de conforto e equilíbrio, apresentando assim melhoras.

Deve-se levar em consideração além do alinhamento postural, a adequada interação homem-bicicleta. Ter uma bicicleta com dimensões que se ajustam bem ao ciclista é importante por proporcionar conforto e ajudar a prevenir lesões musculotendínea. Uma bicicleta com componentes de dimensões inadequadas ou mal ajustados aumentam a chance de desenvolver lesões por esforço repetitivo em ciclistas¹².

Quando ocorrem disfunções, a correção pode envolver o ajuste da bicicleta para que o ciclista pedale em posição de menor flexão de tronco, realizando treinos em trajetos planos para diminuir o esforço muscular dos músculos glúteos e ísquiotibiais^{15,16}. Pode-se minimizar a força realizada pelos músculos ísquiotibiais, glúteos e da pelve elevando o guidão ou diminuindo o comprimento da mesa para reduzir a flexão de tronco^{15, 14, 16}.

A região lombo-pélvica é uma zona de transição de forças entre os membros superiores e inferiores. O ciclista com boa estabilidade lombo-pélvica consegue transferir as forças produzidas pelos membros inferiores ao pedal com maior eficiência^{11,20,21}, sem gerar perda de energia por desequilíbrio musculoesquelético e, conseqüentemente, sem sobrecarregar a coluna lombar²⁰.

Além do bom alinhamento corporal, o ciclista com bom condicionamento da musculatura lombo-pélvica pode suportar a postura aerodinâmica por mais tempo sem resultar em sensação de desconforto²¹, demonstrando assim a importância da boa postura.

Na lombalgia, frequentemente há fraqueza, desequilíbrio muscular, tensionamento e encurtamento de cadeias musculares (anteriores, posteriores e cruzadas), agravando a báscula da bacia, causando retropulsão do sacro e síndrome dolorosa miofacial com pontos-gatilhos ativos e latentes no iliopsoas, quadrado lombar e músculos rotadores externos e músculos adutores do quadril. A disfunção muscular é observada nos músculos abdominais, glúteo máximo e médio, quádriceps, isquiotibiais, tensor da fascia lata e tríceps sural. A complexidade da análise biomecânica da postura, onde uma alteração poderá ser compensada por outros grupos musculares é lembrada por Magee²².

Desta forma, é possível correlacionar o aumento da lordose com o encurtamento dos músculos iliopsoas e retofemoral, os quais tracionam o quadril anteroinferiormente. A repetição do movimento de flexão do tronco, cerca de 75%, promove contrações repetidas destes músculos e conseqüente encurtamento dos mesmos, os quais afirmaram que as alterações posturais são decorrentes dos gestos motores e da forma como o trabalho é feito, já que as alterações mecânicas estão relacionadas com a atividade do indivíduo.

A postura é o arranjo relativo das partes do corpo²³. Os arranjos ocorrem para cumprir uma atividade específica, promovendo o alinhamento mecânico estático contra a gravidade. Os hábitos posturais inadequados alteram a estática e a dinâmica do corpo. Quando mantidos na rotina diária de um indivíduo, produzem estresses mecânicos sobre determinados pontos de estruturas inertes e dinâmicas, que dificulta a capacidade de estabilização mecânica desencadeando as alterações posturais.

De modo geral, a postura de flexão de tronco utilizada no ciclismo produz uma retificação da lordose lombar, aumenta a tensão do complexo ligamentar posterior e altera a transmissão da pressão sobre os discos intervertebrais, que passam a experimentar aumento da pressão na porção anterior (comprimida) enquanto a posterior é distendida. A distensão da porção posterior do disco e do complexo ligamentar posterior por estimulação mecânica, resultante da postura adotada, induz à lombalgia, pois ambas as estruturas recebem inervação de ramos do nervo sinovertebral e interpretam esta alteração biomecânica como estímulo doloroso. A redução da pressão intradiscal pela redistribuição da sobrecarga imposta ao disco durante a posição de flexão de tronco é alcançada quando o ciclista apoia as mãos

sobre o guidão¹¹.

Para manter uma postura adequada é importante que haja uma harmonia entre as três áreas de contato que o ciclista tem com a bicicleta. São elas: as interfaces pelve-selim, mãos-guidão e sapatilha-pedal²⁴⁻²⁷.

CONCLUSÃO

Dentro do ciclismo esportivo, o rendimento exigido depende de diversos fatores como postura adequada, composição corporal, aptidão física, e equipamento adequado. Essas variáveis devem ser otimizadas para o melhor rendimento. O posicionamento do sujeito sobre a bicicleta está relacionado com a busca de melhor conforto e desempenho.

Diversos mecanismos de avaliações foram desenvolvidos com auxílio da tecnologia, como o Retül, que é um sistema moderno de avaliação do posicionamento corporal, este sistema avalia minimamente através de um sistema computadorizado, com menor margem de erro.

A ocorrência de dor na coluna lombar é muito frequente, tanto em indivíduos atletas como não atletas. A lombalgia é definida como dor na região pósterio-inferior do tronco compreendido entre o último arco costal e a prega glútea. A dor lombar é uma patologia multifatorial. Está relacionada, dentre as várias causas, à biomecânica humana incorreta.

Diversos métodos foram desenvolvidos para tratamento da lombalgia, optou-se pela utilização do método McKenzie. Tivemos como objetivo inicial realizar a avaliação da biomecânica de ciclistas pré e pós-tratamento de lombalgia, através do método da biofotogrametria.

Como conclusão do estudo, a hipótese inicial foi confirmada, pois a lombalgia causou impacto sobre a postura de tal modo que pode ser quantificada por protocolos cinemáticos específicos e não-específicos. Nas alterações posturais, foi possível verificar a mudança principalmente nos ângulos da CS e NP, ângulos estes que estão diretamente relacionados com a lombalgia.

REFERÊNCIAS

1. Alves AC. Ciclismo para todos: história, técnica moderna, treinamento, alimentação. São Paulo: Brasil; 19--.
2. Carmo Jd, Nascimento FAdO, Costa JcD, Rocha AFd. Instrumentação para aquisição e avaliação das forças exercidas nos pedais por ciclistas; Instruments for acquisition and evaluation of the forces measured in the pedaling by cyclists. Rev. bras. biomec 2001;2(3):31-37.
3. Burke ER. Proper fit of the bicycle. Clinics in sports medicine 1994;13(1):1.
4. de Assis Martins E, Dagnese F, Kleinpaul JF, Carpes FP, Mota CB. Avaliação do posicionamento corporal no ciclismo competitivo e recreacional. Rev. Bras. Cineantropom. Desempenho Hum 2007;9(2):183-188.
5. Cecin H. Proposição de uma reserva anatomofuncional, no canal raquidiano, como fator interferente na fisiopatologia das lombalgias e lombociatalgias mecânicodegenerativas. Rev Assoc Med Bras 1997;43(4):295-310.
6. MCKENZIE R. Trate você mesmo a sua coluna.: Waikanae: Spinal Publications; 1997.
7. Gil AC. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas; 2002.
8. Ricieri DdV. Biofotogrametria - A Ciência e seus Segredos Curitiba: Inspirar; 2005.
9. 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. Manual Therapy 2004;9(4):211-219.
10. Adams MA, Burton K. The biomechanics of back pain: Elsevier Health Sciences; 2006.
11. Usabiaga J, Crespo R, Iza I, Aramendi J, Terrados N, Poza J-J. Adaptation of the lumbar spine to different positions in bicycle racing. Spine 1997;22(17):1965-1969.
12. Kronisch RL. Mountain biking injuries: fitting treatment to the causes. The Physician and sportsmedicine 1998;26(3):64.
13. Schwellnus MP, Derman E. CPD: Common injuries in cycling: Prevention, diagnosis and management. South African Family Practice 2005;47(7).
14. Asplund C, Webb C, Barkdull T. Neck and back pain in bicycling. Current sports medicine reports 2005;4(5):271-274.
15. Mellion MB. Neck and back pain in bicycling. Clinics in sports medicine 1994;13(1):137.
16. Sanner W, O'Halloran W. The biomechanics, etiology, and treatment of cycling injuries. Journal of the American Podiatric Medical Association 2000;90(7):354-376.
17. Byrne K, Doody C, Hurley DA. Exercise therapy for low back pain: A small-scale exploratory survey of current physiotherapy practice in the Republic of Ireland acute hospital setting. Manual Therapy 2006;11(4):272-278.
18. Bricot B. Posturologia. São Paulo: Ícone; 2004.

19. Busquet L. As cadeias musculares. Belo Horizonte; 2001.
20. Willardson JM. Core stability training for healthy athletes: a different paradigm for fitness professionals. *Strength & Conditioning Journal* 2007;29(6):42-49.
21. Asplund C, Ross M. Core stability and bicycling. *Current sports medicine reports* 2010;9(3):155.
22. Magee DJ. Avaliação musculoesquelética. São Paulo: Manole; 2005.
23. Waddell G, Nachemson AL, Phillips RB. The back pain revolution: Churchill Livingstone Edinburgh; 2000.
24. Cohen G. Cycling injuries. *Canadian Family Physician* 1993;39:628.
25. de Vey Mestdagh K. Personal perspective in search of an optimum cycling posture. *Applied Ergonomics* 1998;29(5):325-334.
26. Silberman MR, Webner D, Collina S, Shiple BJ. Road bicycle fit. *Clinical Journal of Sport Medicine* 2005;15(4):271-276.
27. Xiang Z, Xu R, Bu Y, Wu X. Optimal Design of Bicycle Frame Parameters Considering Biomechanics. *Chinese Journal of Mechanical Engineering* 2011;24:1-5.

