

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA**

Fábio Fidalgo Fregni

**A ANATOMIA E BIOMECÂNICA
DA ARTICULAÇÃO SACRO-ILÍACA**

Campinas
2011

Fábio Fidalgo Fregni

**A ANATOMIA E BIOMECÂNICA
DA ARTICULAÇÃO SACRO-ILÍACA**

Trabalho de Conclusão de Curso
(Graduação) apresentado à Graduação da
Faculdade de Educação Física da
Universidade Estadual de Campinas para
obtenção do título de Bacharel em
Educação Física.

Orientador: Antonio Carlos de Moraes

Campinas
2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR ANDRÉIA DA SILVA MANZATO – CRB8/7292
BIBLIOTECA “PROFESSOR ASDRÚBAL FERREIRA BATISTA”
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA - UNICAMP

F88a Fegni, Fábio Fidalgo, 1983-
A anatomia e biomecânica da articulação sacroilíaca / Fábio Fidalgo Fregni. - Campinas, SP: [s.n], 2011.

Orientador: Antonio Carlos Moraes.
Coorientador: Mateus Betanho Campana.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas.

1. Articulação sacroilíaca. 2. Anatomia. 3. Biomecânica. 4. Músculos. I. Moraes, Antonio Carlos. II. Campana, Mateus Betanho. II. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação Física. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em inglês: The anatomy and the biomechanics of the sacroiliac joint.

Palavras-chaves em inglês:

Sacroiliac joint

Anatomy

Biomechanic

Muscles

Titulação: Bacharelado em Educação Física

Banca examinadora:

Antonio Carlos de Moraes [orientador]

Mateus Betanho Campana [coorientador]

Paulo Ferreira de Araújo

Data da defesa: 21-06-2011

Fábio Fidalgo Fregni

A ANATOMIA E BIOMECÂNICA DA ARTICULAÇÃO SACRO-ILÍACA

Este exemplar corresponde à redação final do Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Educação Física) defendida por Fábio Fidalgo Fregni e aprovada pela Comissão julgadora em: 21/06/2011.

Antonio Carlos de Moraes
Orientador

Mateus Betanho Campana
Membro da Banca Examinadora

Paulo Ferreira de Araujo
Membro da Banca Examinadora

Campinas
2011

Agradecimentos

Agradeço à minha família, meus amigos, professores e todas as pessoas que me ajudaram direta ou indiretamente na realização desse trabalho.

FREGNI, Fábio. A ANATOMIA E BIOMECÂNICA DA ASI. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Educação Física)-Faculdade de Educação Física. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

RESUMO

A articulação sacroilíaca é a região responsável pela transmissão de cargas dos membros inferiores para a região superior do corpo. A estabilidade do local se deve ao posicionamento ósseo, aos ligamentos e músculos, porém em algumas pessoas essas estruturas podem apresentar algumas falhas estruturais ou de ativação, acarretando em uma falta de estabilidade no local. Dessa forma, o bom conhecimento da anatomia e biomecânica da região se torna necessário por parte dos educadores físicos, pois com o entendimento de todos os mecanismos envolvidos (ossos, ligamentos e atividade muscular), o profissional pode realizar exercícios que aumentem essa estabilização e assim, melhorar o desempenho de seus atletas.

Palavras-Chaves: Articulação Sacroilíaca; Anatomia; Biomecânica; Músculos.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Face posterior do Sacro e do Cócix	18
Figura 2 -	Face lateral do Sacro	19
Figura 3 -	Face anterior do sacro e do cóccix	19
Figura 4 -	Face lateral e medial do inominado	21
Figura 5 -	Vista da face anterior dos ligamentos da cintura pélvica	23
Figura 6 -	A contranutação do sacro	25
Figura 7 -	Corte sagital da cintura pélvica	26
Figura 8 -	Nutação do sacro	38
Figura 9 -	Movimento artrocinemático durante a nutação do sacro	39
Figura 10 -	Movimento artrocinemático durante a contranutação do sacro	40
Figura 11 -	Representação esquemática de fechamento de forma	42
Figura 12 -	Representação esquemática de fechamento de força	42
Figura 13 -	Músculos da unidade interna	43
Figura 14 -	O sistema oblíquo posterior da unidade externa	44
Figura 15 -	O sistema longitudinal profundo da unidade externa	45
Figura 16 -	O sistema oblíquo anterior da unidade externa	46
Figura 17 -	O sistema lateral da unidade externa	47
Figura 18	Eletroniografia e dados da força de reação do solo vertical de um sujeito controle durante um único ensaio de flexão do quadril em pé	51

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ASI	Articulação Sacro-ilíaca
FEF	Faculdade de Educação Física
OI	Músculo Oblíquo Interno
TrA	Músculo Transverso do Abdomen
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
1.1 Anatomia Da cintura Pélvica.....	17
1.1.1 Anatomia Óssea.....	17
1.1.2 O Sacro	17
1.1.3 Cóccix	20
1.1.4 Inominado.....	20
1.2 Ligamentos da Articulação Sacroilíaca.....	22
1.2.1 Ligamento sacroilíaco anterior.....	23
1.2.2 Ligamento sacroilíaco interósseo.....	23
1.2.3 Ligamento sacroilíaco posterior longo.....	24
1.2.4 Ligamento sacrotuberal.....	25
1.2.5 Ligamento sacroespinal.....	26
1.2.6 Ligamento iliolumbar.....	26
1.3 Articulação sacrococcígea.....	27
1.4 Articulação intercoccígea.....	28
1.5 Sínfise Púbica.....	28
1.6 Músculos e Fáschia Tóraco Dorsal.....	29
1.6.1 Músculos.....	29
1.6.1.1 Multífido	29
1.6.1.2 Ereter da espinha.....	30
1.6.1.3 Glúteo máximo.....	30
1.6.1.4 Glúteo médio.....	30
1.6.1.5 Glúteo mínimo.....	31
1.6.1.6 Reto do abdome.....	31
1.6.1.7 Oblíquo externo do abdome.....	31
1.6.1.8 Oblíquo interno do abdome.....	31
1.6.1.9 Transverso do abdome	32
1.6.1.10 Elevador do ânus.....	32
1.6.1.11 Diafragma.....	32
1.6.1.12 Grande dorsal	33
1.6.1.13 Bíceps femoral.....	33
1.6.1.14 Adutores do Quadril.....	33
1.6.2 Fáschia tóraco dorsal.....	34
1.7 Inervação da Articulação Sacroilíaca.....	35
2 BIOMECÂNICA DA ARTICULAÇÃO SACROILÍACA	37
2.1 Cinemática da cintura pélvica.....	37
2.1.1 Nutação e contra nutação do sacro.....	37
2.1.1.1 Movimento osteocinemático	37
2.1.1.2 Movimento artrocinemático.....	38

2.1.2 Rotação Anterior/Posterior do Inominado	40
2.2 Cinética da Cintura Pélvica.....	40
2.2.1 Fechamento de Forma e Força.....	41
2.2.2 Unidade interna.....	43
2.2.3 Unidade Externa.....	44
3 A INFLUÊNCIA MUSCULAR NA ESTABILIZAÇÃO DA ASI	49
3.1 A Importância dos Músculos Estabilizadores na ASI	49
3.2 O Mecanismo de Ação dos Músculos Estabilizadores na ASI.....	50
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
5 REFERÊNCIAS.....	55

1 Introdução

A articulação sacroilíaca (ASI) faz parte da cintura pélvica e é responsável pela transferência eficaz de carga dos membros inferiores para a parte superior do corpo. Pelo fato de ser uma região solicitada em praticamente todos os movimentos, é necessário que haja uma grande estabilidade local, pois o alinhamento das superfícies articulares está próximo dos 90°, fazendo com que as forças resultantes atuem no sentido de cisalhamento das mesmas. Essa estabilização é feita pela própria superfície local, por ligamentos e músculos (HUNGEFORD, 2003).

Atualmente sabe-se que os músculos que se localizam próximo à região são importantes estabilizadores e a atuação inadequada dos mesmos gera uma instabilidade que pode resultar em dores e perda do rendimento (VAN WINGERDEN, 2004). Dessa forma se torna necessário o conhecimento por parte dos educadores físicos quais são esses músculos e a maneira de atuação dos mesmos na região.

Buscando descrever minuciosamente as estruturas da região, o tema desse trabalho é A Anatomia e Biomecânica da ASI.

Ampla pesquisa bibliográfica foi realizada, com o objetivo de aprofundar os conhecimentos a respeito dos aspectos anatômicos e biomecânicos, bem como dos principais músculos que atuam na estabilização da região.

Partindo do princípio que a maioria dos esportes solicita o bom funcionamento da região, surge a hipótese de que o bom conhecimento da anatomia, biomecânica e principais músculos estabilizadores ajudariam o educador físico a preparar melhor os atletas em suas atividades e melhorar o rendimento dos mesmos através de exercícios que ativem os músculos pertencentes aos diferentes agrupamentos musculares (unidade interna e externa).

Este trabalho foi estruturado em três seções principais: a primeira, destina-se ao estudo das características anatômicas da articulação sacroilíaca, em que foram abordados os acidentes ósseos, ligamentos e a musculatura da região; a segunda aborda a biomecânica, explicando os micro e macro movimentos necessários para que a função pélvica ocorra adequadamente, bem como as forças atuantes nesse local; na seção três há a discussão de artigos que abordam a atuação dos músculos responsáveis pela estabilização do local.

1.1 ANATOMIA DA CINTURA PÉLVICA

Esse capítulo de abertura tem como principal objetivo dar ao leitor uma noção geral sobre a anatomia da articulação sacroilíaca (ASI), articulação que durante décadas despertou pouco interesse em seu conhecimento. O entusiasmo em um maior conhecimento sobre essa região se deu a partir do momento em que foram comprovadas que uma porcentagem das dores lombares era derivada dessa região (KOKMEYER, 2002). Aqui serão abordados temas como anatomia óssea, ligamentos, músculos e inervação, de forma breve, já que as conseqüentes mudanças anatômicas ajudam a esclarecer a estrutura do assunto em questão.

1.1.1 Anatomia Óssea

1.1.2 O Sacro

O sacro é formado pela fusão de cinco vértebras sacrais, situando-se na base da coluna entre os dois inomínicos, sua base é formada pela face superior da primeira vértebra sacral que consiste no corpo vertebral na parte superior e do arco vertebral na parte posterior (sacro: osso que lembra um triângulo invertido) (LEE et al., 2001, p.18).

As asas sacrais, segundo Grieve (1981 apud LEE et al., 2001, p.18) são formadas pela junção dos processos transversos da primeira vértebra sacral, sendo observadas variações em sua parte superior, assim como no corpo vertebral.

Os processos espinhosos das vértebras S1 a S4 (vértebras sacrais) fundem-se na linha mediana para formar a linha sacral mediana; lateralmente a essa linha, como afirma Solonen (1957, apud LEE et al., 2001, p.19) encontramos a linha sacral intermédia, que é formada pela fusão das lâminas das vértebras S1 a S5 (vértebras sacrais).

As lâminas e os processos articulares da vértebra S5 estão fora da linha mediana, projetando-se para baixo para formar o corno sacral, que junto com a face posterior do corpo vertebral das vértebras S1 a S5 (vértebras sacrais) (que possui superfície convexa) formam o hiato sacral (VLEEMING et al., 1990, p. 131).

Os processos transversos fundidos das vértebras S1 a S5 formam a chamada crista sacral lateral; entre esta crista e a intermédia situam-se os forames sacrais posteriores, que dão passagem aos respectivos ramos posteriores dos nervos espinhais sacrais. Ainda na crista sacral lateral percebe-se no estudo de Weisl (1954 apud LEE et al., 2001, p. 19) a existência de três depressões profundas, nos níveis S1 a S3, que contém as inserções do ligamento sacroilíaco interósseo.

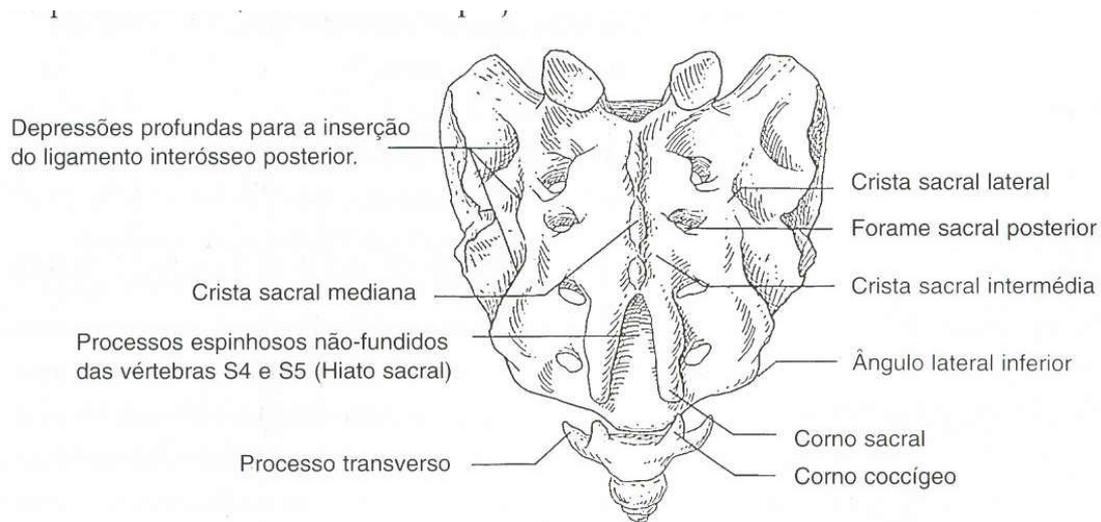


Figura 1: Face posterior do sacro e do cóccix. Fonte: Vlemming et al. (1996, p. 557).

A crista sacral lateral funde-se com o elemento costal para formar a face lateral do sacro, que em sua parte superior possui uma face larga, enquanto que na inferior é estreitada para se juntar com a vértebra S5 (WEISL, 1955 apud LEE et al., 2001, p. 19).

A superfície articular do sacro possui um formato auricular (lembrando a letra L), e é estabilizada pelos ligamentos costais das três primeiras vértebras sacrais. Seguindo o formato auricular, pode-se dividir a superfície articular em braço curto, que se situa no plano vertical do primeiro segmento sacral, e braço longo, situando-se no plano ântero posterior, dentro do segundo e terceiro segmentos sacrais (KAPANDJI, 2000).

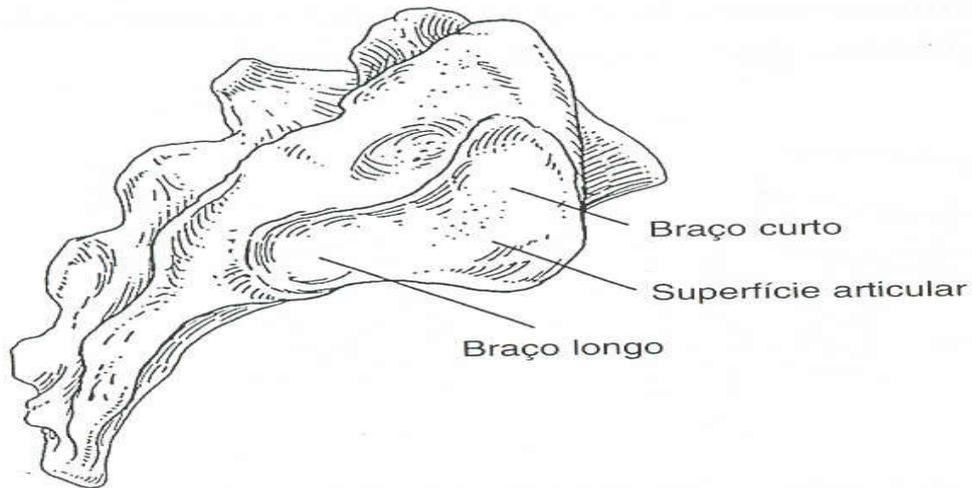


Figura 2: Face Lateral do Sacro. Fonte: Lee et al. (2001, p. 19).

A face anterior do sacro possui o formato côncavo nos planos sagital e transversal. Lateralmente aos corpos vertebrais fundidos pode-se encontrar quatro forames sacrais, que darão passagem aos ramos anteriores de cada nervo espinhal e também à artéria sacral anterior do segmento (LEE, 2001, p. 19).

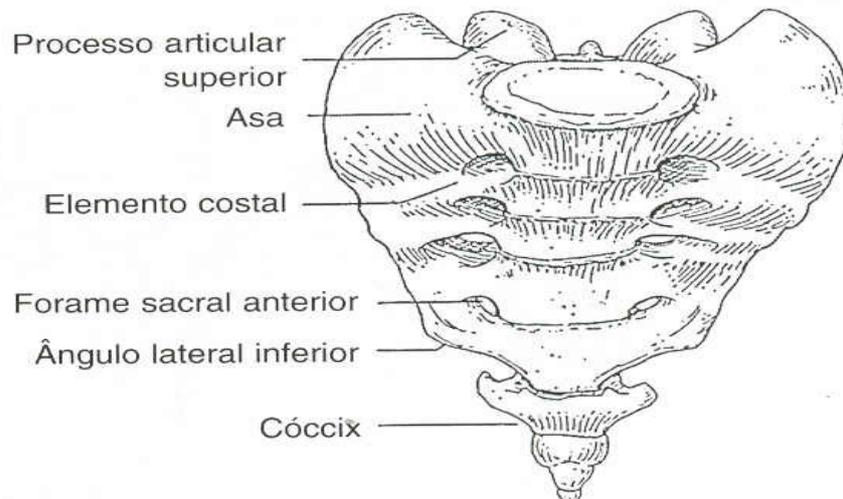


Figura 3: Face anterior do sacro e do cóccix. Fonte: Lee et al. (2001, p. 19).

Fryette (1954, apud LEE et al., 2001, p. 20) após examinar 23 sacros, classificou o osso em três tipos; o tipo A estreita-se na parte inferior, em S1 e S2 e na parte superior em S3 e sua orientação dos processos articulares superiores nesse grupo encontra-se no plano coronal, já o tipo B estreita-se na parte superior, em S1 e a orientação dos processos

articulares superiores nesse grupo está no plano sagital e o tipo C estreita-se na parte inferior em S1 numa face como no tipo A e na parte superior em S1 como no tipo B e a orientação dos processos articulares superiores está no plano coronal e no plano sagital.

Devido a freqüente variação anatômica vista no osso sacro, o terapeuta, ao examinar sua disposição, nunca pode deixar de realizar uma avaliação acurada.

1.1.3 Cóccix

Formado por quatro segmentos coccígeos fundidos, tendo o formato triangular, possui uma faceta com forma ovalada, que proporciona a articulação desse osso com a face inferior do corpo vertebral S5 (LEE et al., 2001, p. 21).

1.1.4 Inominado

No adulto, o inominado é a composição de três ossos em um só; chamados de ílio, púbis e ísquio.

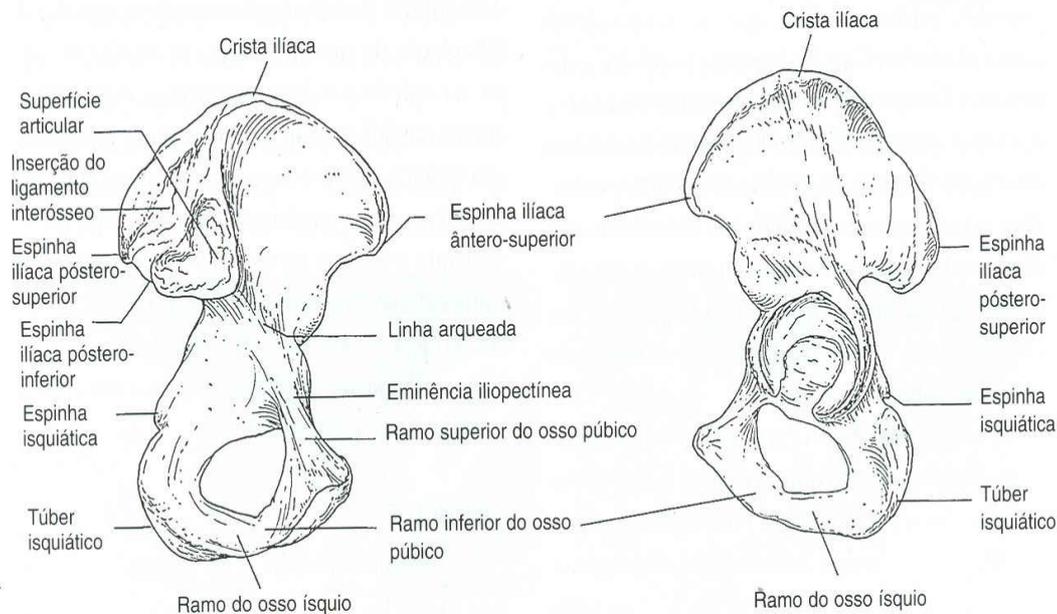


Figura 4: Face lateral e medial do inominado. Fonte: Lee et al. (2001, p. 21).

O Ílio forma a face superior do inominado e conforma a parte superior do acetábulo. Podemos identificar no ílio a crista ilíaca que em sua porção anterior, identifica-se a forma côncava no sentido medial e na porção posterior a forma convexa no sentido medial e a espinha ilíaca ântero superior e espinha ilíaca pósterosuperior, localizadas nas duas extremidades da crista ilíaca. Inferior a espinha ilíaca pósterosuperior, o ílio descreve uma curva irregular e termina na espinha ilíaca pósteroinferior (SOLONEN, 1957 apud LEE et al., 2001, p. 21).

No ílio, em sua face medial, podemos ressaltar que como no sacro, possui sua superfície articular em forma da letra L; sendo o braço curto localizado no plano ínfero superior e o eixo do braço longo no plano ântero posterior (COLACHIS, 1963, apud LEE et al., 2001).

Ainda no ílio podemos localizar o forte ligamento sacroilíaco, na parte superior da superfície articular; lembrando que a palpação da articulação sacroilíaca não é possível de ser realizada devido à sua profundidade.

A eminência ílio pectínea é o ponto de união entre o ílio e o púbis, é nessa eminência que pode ser representada a passagem de uma linha que ocorre a passagem de força da coluna vertebral para os membros inferiores (KAPANDJI, 2000).

O púbis forma a face ínfero medial do inominado e se articula com o púbis do lado oposto através da sínfise púbica. O osso púbis se junta ao ílio na parte superior

através do ramo púbico superior, na parte medial do forame obturado junta-se ao ísquio e na parte lateral o púbis está voltado para os membros inferiores dando a inserção a diversos músculos mediais da coxa.

O ísquio forma o terço ínfero lateral do inominado, o assoalho do acetábulo, assim como os dois quintos posteriores da articulação do quadril. Se junta ao ramo inferior do osso púbico. Fortes inserções ligamentares e musculares se localizam na face pósterio inferior, mais precisamente no túber isquiático. Superior ao túber, está a espinha isquiática, localização de ligamentos e músculos (LEE et al., 2001 p. 22).

O acetábulo tem o formato de um hemisfério e é formado pelas três porções ósseas citadas acima, onde as faces semilunares representam a porção articular. Já nos fêmures é de suma importância observar a amplitude de movimento da articulação do quadril que dependerá diretamente do ângulo de inclinação do colo do fêmur (KAPANDJI, 2000).

1.2 Ligamentos da Articulação Sacroilíaca

A articulação sacroilíaca é classificada como uma articulação sinovial ou diartrose. Segundo Bowen & Cassidy (1981, apud LEE et al., 2001, p. 23), Albinus e Hunter foram os primeiros a notar a presença de uma membrana sinovial dentro da articulação. Em 1850, Koelcher identificou fluido sinovial dentro da articulação durante dissecação.

O formato e a cartilagem articular foram descritos anteriormente. Para resumir, a face do sacro é coberta por cartilagem hialina, enquanto a face do íliaco é coberta por um tipo de fibrocartilagem. A profundidade da cartilagem articular difere tanto dentro da mesma superfície articular como nas faces laterais opostas.

A cápsula articular é composta de duas camadas, uma camada fibrosa externa que contém uma abundância de fibroblastos, vasos sanguíneos e fibras colágenas e uma camada sinovial interna. Na parte anterior, a cápsula pode claramente ser distinguida do ligamento sacroilíaco anterior que a reveste, enquanto na parte posterior as fibras da cápsula e o profundo ligamento interósseo estão intimamente mesclados. Na parte inferior, a cápsula mescla-se com o periósteo do sacro e do inominado. Assim como outras articulações sinoviais, a cápsula da articulação sacroilíaca é sustentada pelos ligamentos e pela fáscia que a reveste, alguns dos quais são os mais fortes do corpo (LEE, 2001, p. 24). Entre eles podemos citar o ligamento sacroilíaco anterior, ligamento sacroilíaco interósseo, ligamento

sacroilíaco posterior longo, ligamento sacrotuberal, ligamento sacroespinal e o ligamento iliolumbar.

1.2.1 Ligamento Sacroilíaco Anterior

O ligamento sacroilíaco anterior é o mais fraco do grupo, representando um pouco mais que um espessamento das partes anterior e inferior da cápsula articular. Clinicamente, quando a articulação sacroilíaca apresenta hiper mobilidade, esse ligamento é invariavelmente enfraquecido e muitas vezes constitui fonte de dor. O ligamento pode ser palpado anteriormente no ponto de Baer. Quando é responsável pelas queixas do paciente, a dor pode ser reproduzida ou aumentada por meio de palpação e da aplicação de pressão nessa estrutura (WARWICK et al., 1989 apud LEE et al., 2001, p. 24).

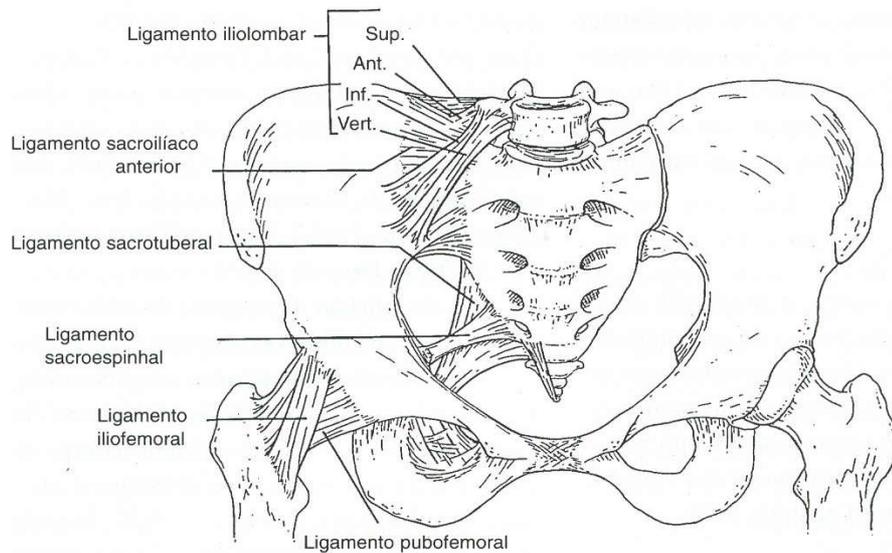


Figura 5. Vista da face anterior dos ligamentos da cintura pélvica. Fonte: Lee et. al. (2001, p. 24).

1.2.2 Ligamento Sacroilíaco Interósseo

O ligamento sacroilíaco interósseo é o mais forte do grupo e preenche totalmente o espaço entre a crista sacral lateral e a tuberosidade ilíaca. As fibras dirigem-se

para vários lados e podem ser divididas em dois grupos: profundas e superficiais. A camada profunda liga-se medialmente a três fossas na face lateral da região posterior do sacro e lateralmente à tuberosidade ilíaca adjacente. A camada superficial desse ligamento consiste em um lençol fibroso que se liga à crista sacral lateral na altura das vértebras S1 e S2 e à região medial da crista ilíaca. Essa estrutura representa a principal barreira a uma palpação direta da articulação sacroilíaca em sua parte superior, e sua densidade dificulta sobremaneira a aplicação de injeções intra articulares (LAWSON et al., 1982, apud LEE et al., 2001, p. 25).

1.2.3 Ligamento Sacroilíaco Posterior Longo

O ligamento sacroilíaco posterior liga-se medialmente à crista sacral lateral nas vértebras S3 e S4 e lateralmente à espinha ilíaca pósterio superior e ao lábio interno da crista ilíaca. Situa-se numa posição posterior ao ligamento interósseo, do qual está separado pelas ramificações posteriores dos nervos espinhais do sacro e por vasos sanguíneos. Pode ser palpado na região diretamente inferior a espinha ilíaca pósterio superior como uma faixa espessa, e nesse ponto é coberto pela fáscia do glúteo máximo. Medialmente as fibras desse ligamento ligam-se à lâmina profunda da camada posterior da fáscia tóraco lombar e à aponeurose do músculo eretor da espinha. Em um nível mais profundo, foram observadas conexões entre o ligamento posterior longo e o músculo multífido. Lateralmente, as fibras se mesclam com a faixa superior do ligamento sacrotuberal (VLEEMING et al., 1996, p. 556).

Durante a movimentação do sacro e a contração dos músculos com os quais ele se mescla, pode ocorrer um aumento de tensão nesse ligamento. Durante a contranutação do sacro, o ligamento se contrai (VLEEMING et al., 1996, p. 557) e durante a nutação do sacro, o ligamento relaxa. A contração do músculo eretor da espinha e a aplicação de carga no ligamento sacrotuberal também aumentam a tensão nesse ligamento, enquanto a contração dos músculos grande dorsal e glúteo máximo reduz a tensão (VLEEMING et al., 1997, p. 57).

A pele que reveste o ligamento constitui frequentemente uma área dolorida em pacientes com disfunções lombossacrais e na cintura pélvica. A sensibilidade à palpação do ligamento sacroilíaco posterior longo não é necessariamente provocada por esse tecido, uma vez que a dor se irradia tanto da coluna lombar quanto da articulação sacroilíaca

(FORTIN et al., 1994, p. 1475).

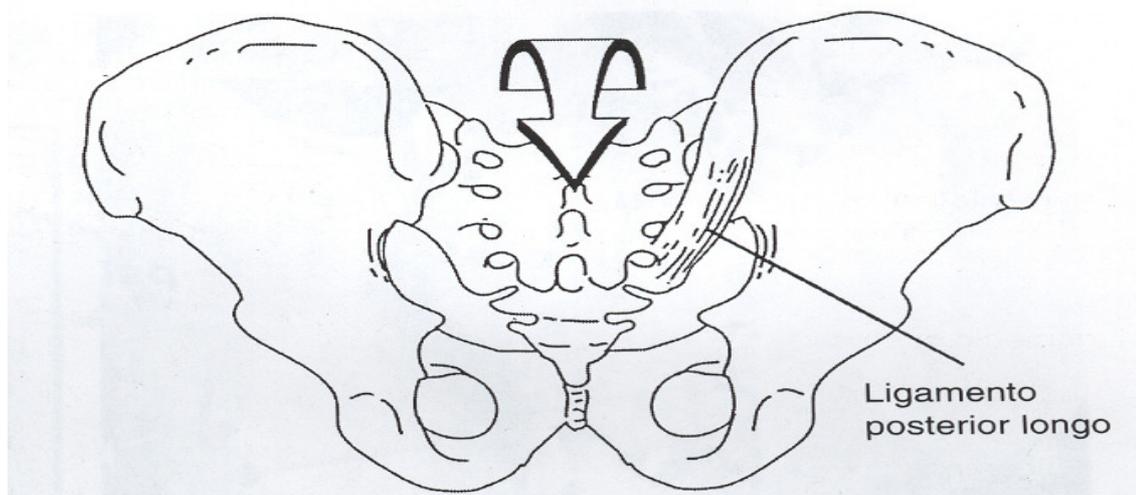


Figura 6. A contração do sacro. A contração do sacro contrai o ligamento posterior longo.
Fonte: Vleeming et al. (1996, p. 556).

1.2.4 Ligamento Sacrotuberal

Esse ligamento é composto de três grandes faixas fibrosas, a lateral, a mediana e a superior. A faixa lateral conecta o túber isquiático e a espinha ílaca pósterio inferior e alcança o músculo piriforme, do qual recebe algumas fibras. A faixa mediana liga-se aos tubérculos transversos de S3, S4 e S5 e à borda lateral da parte inferior do sacro e do cóccix. Essas fibras realizam um trajeto ântero-inferior lateral para alcançar o túber isquiático. As fibras dessa faixa formam uma espiral, de tal modo que as que nascem na face lateral do túber isquiático se inserem na parte inferior do sacro, enquanto as que nascem na parte medial do túber isquiático se inserem na parte superior. A faixa superior realiza um trajeto superficial ao ligamento interósseo e liga o cóccix à espinha ílaca pósterio superior. O músculo glúteo máximo também se une ao ligamento sacrotuberal, e sua contração pode aumentar a tensão nesse ligamento (VLEEMING et al., 1989, p. 201).

Filogeneticamente, nos vertebrados inferiores, o ligamento sacrotuberal representa a inserção tendinosa do músculo bíceps da coxa (VLEEMING et al., 1995, p. 753). As fibras do bíceps da coxa podem fazer uma ponte sobre todo o túber isquiático para se unir diretamente ao ligamento sacrotuberal. Os tendões das lâminas profundas do músculo multífido podem também mesclar-se dentro da face superior do ligamento sacrotuberal. O

ligamento é fixado pelo nervo cutâneo perforante (S2, S3) que em seguida, circunda a borda inferior do músculo glúteo máximo a fim de inervar a pele que cobre as partes medial e inferior dos glúteos. Quando encarcerado, esse nervo pode ser fonte de parestesia (Willard, 1997 apud LEE et al., 2001, p. 28).

1.2.5 Ligamento Sacroespinal

O ligamento sacroespinal fixa-se medialmente à face lateral inferior do sacro e do cóccix. Lateralmente, o ápice desse ligamento triangular liga-se à espinha isquiática do inominado. No sentido proximal, as fibras mesclam-se com a cápsula da articulação sacroilíaca (Willard, 1997 apud LEE et al., 2001, p. 28). Esse ligamento está intimamente conectado ao músculo coccígeo, do qual pode representar uma parte degenerada (WARWICK, 1989 apud LEE et al., 2001, p. 27). Do ponto de vista clínico, pode ser responsável pela coccidínia secundária de alguns pacientes que apresentam disfunção da cintura pélvica.

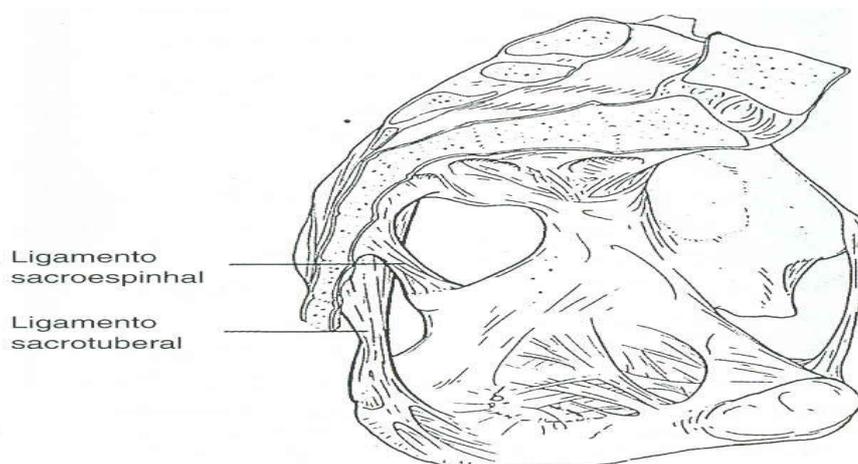


Figura 7. Corte sagital da cintura pélvica. Fonte: Lee et al. (2001, p. 27).

1.2.6 Ligamento Iliolombar

Bogduk (1997 apud LEE et al., 2001, p.28) descreve cinco faixas do

ligamento iliolumbar: anterior, superior, inferior, vertical e posterior. A faixa anterior liga-se à face ântero-inferior ao longo de todo o processo transversal da vértebra lombar 5 (L5). Essa faixa se mescla com a faixa superior, anterior ao músculo quadrado lombar, para se ligar à margem da crista ilíaca. A faixa superior emerge da ponta do processo transversal da vértebra L5. Lateralmente, a faixa se divide para cingir o músculo quadrado lombar antes de se inserir na crista ilíaca. A faixa posterior também emerge da ponta do processo transversal da vértebra L5. Lateralmente, essa faixa se insere na tuberosidade ilíaca numa posição pósterio-inferior à faixa superior. A faixa inferior emerge tanto do corpo como da margem inferior do processo transversal da vértebra L5. Inferiormente, as fibras cruzam o ligamento sacroilíaco anterior em sentido oblíquo para se ligar à fossa ilíaca. A faixa vertical emerge da margem ântero-inferior do processo transversal da vértebra L5. Essas fibras descem em sentido vertical para se ligar à face posterior da linha arqueada.

Willard (1997 apud LEE et al., 2001, p. 28) afirma que as faixas individuais do ligamento iliolumbar apresentam uma grande variação quanto ao número e à forma, mas emergem regularmente dos processos transversos das vértebras L4 e L5, mesclando-se inferiormente com os ligamentos sacroilíacos e lateralmente com a crista ilíaca. As descrições anteriores sobre a evolução desse ligamento a partir do músculo quadrado lombar na segunda década de vida foram refutadas com a descoberta desse ligamento no feto (UHTOFF, 1993, p. 93).

Bogduk (1997 apud LEE et al., 2001, p.28) levantou a hipótese de esses ligamentos serem responsáveis pela manutenção da estabilidade da junção lombossacral nos planos coronal e sagital.

1.3 Articulação Sacrococcígea

A articulação sacrococcígea é classificada como uma sínfise, embora tenham sido encontradas articulações sinoviais nessa articulação. Maigne (1997 apud LEE et al., 2001, p. 31) examinou nove amostras e descobriu um disco fibrocartilaginoso, quatro articulações sinoviais e quatro mistas (parte sinovial e parte fibrocartilaginosa). Todas as amostras eram mais velhas e não se sabe se a articulação sacrococcígea pode mudar de uma forma para outra com o passar dos anos. Os ligamentos de apoio abrangem o ligamento sacrococcígeo anterior, sacrococcígeo posterior e sacrococcígeo lateral. O ligamento

sacrococccígeo anterior representa a continuação do ligamento longitudinal anterior da coluna vertebral. O ligamento sacrococccígeo posterior tem duas camadas. A camada profunda liga-se á face posterior do corpo da vértebra S5 e do cóccix (análogo ao ligameto longitudinal posterior), ao passo que a camada superficial forma uma ponte sobre as margens do hiato sacral e a face posterior do cóccix, completando assim, o canal sacral. Lateralmente, os ligamentos entre os cornos cocccígeos, ou ligamentos sacrococccígeos laterais, conectam os cornos cocccígeo e sacral.

1.4 Articulação Intercocccígea

A Articulação intercocccígea é classificada como sínfise no jovem, já que os dois primeiros segmentos são separados por meio de um disco fibrocartilaginoso. Com o tempo, geralmente a articulação ossifica; porém, às vezes permanece sinovial (LEE et al., 2001, p.18).

1.5 Sínfise Púbica

Como essa articulação contém um disco fibrocartilagos e não apresenta tecido nem fluído sinovial, é classificada como sínfise. As faces ósseas são cobertas por uma fina camada de cartilagem hialina, porém separadas pelo disco fibrocartilaginoso. A face póstero-superior do disco muitas vezes contém uma cavidade que não é observada antes dos 10 anos de idade (WARWICK et al., 1989 apud LEE, 2001, p. 31). Trata-se de uma cavidade não-sinovial e pode representar uma alteração degenerativa cronológica. Os ligamentos de apoio dessa articulação abrangem os ligamentos púbico superior, arqueado inferior, púbico posterior e púbico anterior (KAPANDJI, 2000).

O ligamento púbico superior consiste em uma espessa faixa fibrosa que realiza um trajeto transversal entre os tubérculos púbicos dos ossos do púbis. Inferiormente, o ligamento arqueado mescla-se com o disco fibrocartilaginoso para ligar-se ao ramo inferior do osso púbico dos dois lados. O ligamento púbico posterior é membranoso e mescla-se com o periósteo adjacente, enquanto o ligamento púbico anterior é bastante espesso e contém

fibras transversas oblíquas. Ele recebe fibras da expansão aponeurótica da musculatura abdominal e do músculo adutor longo, que se cruzam ao longo da articulação (KAPANDJI, 2000).

1.6 Músculos e Fáscia Tóraco Dorsal

1.6.1 Músculos

Algumas revisões anatômicas para a discussão subsequente sobre biomecânica serão descritas agora. Dentre os principais músculos serão descritos o multífido, eretor da espinha, glúteo máximo, glúteo médio, glúteo mínimo, reto do abdome, oblíquo externo, oblíquo interno, transverso do abdome, elevador do ânus, diafragma, grande dorsal, bíceps femoral e adutores.

1.6.1.1 Multífido

Músculo da coluna lombar que possui fibras profundas que emergem da face pósterior inferior da lamina e da cápsula articular da articulação zigoapofisária e inserem-se no processo mamilar do nível abaixo. O restante do músculo emerge medialmente do processo espinhoso, mesclando-se lateralmente com as fibras laminares. Na parte inferior os fascículos inserem-se sempre três níveis abaixo da sua origem.

Dentro da pelve, o músculo multífido também se liga à lamina profunda da fáscia tóraco dorsal, na sutura que a separa do músculo glúteo máximo. É nesse ponto que as fibras do multífido passam sobre os ligamentos sacroilíacos para juntarem-se com o ligamento sacrotuberal. São essas interconexões que contribuem para a estabilidade pélvica e lombar. Os fascículos são inervados pela ramificação medial do ramo dorsal (KENDALL, 2002).

1.6.1.2 Ereter da Espinha

Se subdivide em outros três músculos, que são o longuíssimo lombar que tem origem de cinco laminas musculares, sendo a mais profunda a da vértebra L5, que é sobreposta pelas laminas das vértebras L4, L3, L2 e L1, sendo inserido por meio de um tendão comum na face medial da aponeurose intermuscular lombar; o iliocostal lombar que nasce como quatro laminas sobrepostas das pontas dos processos transversos das vértebras L1 a L4 que insere-se na espinha ílaca pósterio superior e na parte superior da crista ílaca; o longuíssimo do tórax e iliocostal torácico, que abarcam vários segmentos para se inserirem na espinha ílaca pósterio superior como na aponeurose do ereter da espinha (BOGDUK, 1997, apud LEE et al., 2001, p. 36).

1.6.1.3 Glúteo Máximo

Tem origem na linha glútea posterior do ílio e porção do osso a ela superior e posterior, superfície posterior da parte inferior do sacro, lado do cóccix, aponeurose do ereter da espinha, aponeurose sacrotuberosa e aponeurose glútea. Sua inserção se localiza na porção proximal maior e fibras superficiais da porção distal do músculo no trato iliotibial da fásia lata. Tem inervação do nervo glúteo inferior (L5, S1 e S2) (KENDALL et al., 1987, p. 195).

1.6.1.4 Glúteo Médio

Origina-se na superfície externa do ílio entre a crista ílaca e linha glútea anterior ventralmente, aponeurose glútea. Sua inserção localiza-se na crista oblíqua na superfície lateral do trocânter maior do fêmur, e tem como inervação o nervo glúteo superior (L4, L5 e S1) (KENDALL et al., 1987, p. 190).

1.6.1.5 Glúteo Mínimo

Origina-se na superfície externa do ílio entre as linhas glútea anterior e inferior, e margem da incisura isquiática maior. Insere-se na borda anterior do trocânter maior do fêmur e cápsula da articulação do quadril, possuindo inervação do nervo glúteo superior (L4, L5 e S1) (KENDALL et al., 1987, p. 189).

1.6.1.6 Reto do Abdome

Origem na crista e sínfise púbicas, com inserção nas cartilagens costais da quinta a sétima costela e processo xifóide do esterno. Tem inervação dos ramos de T5 a T12 (ramos ventrais) (KENDALL et al., 1987, p. 209).

1.6.1.7 Oblíquo Externo do Abdome

Origem nas superfícies externas das costelas cinco até oito. Tem inserção em uma aponeurose larga, terminando na linha alva que se estende a partir do xifóide (KENDALL et al., 1987, p. 210).

1.6.1.8 Oblíquo Interno do Abdome

Tem origem a dois terços laterais do ligamento inguinal e curta inserção na crista ilíaca próximo á espinha ilíaca ântero superior. Sua inserção localiza-se na crista do púbis, parte medial da linha pectínea e na linha alva por meio de uma aponeurose (KENDALL et al., 1987, p. 212).

1.6.1.9 Transverso do Abdome

Origem nas superfícies internas das cartilagens das seis costelas inferiores, interdigitando-se com o diafragma, fáscia tóraco lombar, três quartos anteriores do lábio interno da crista ilíaca e terço lateral do ligamento inguinal. Sua inserção localiza-se na linha alva por meio de uma larga aponeurose e crista púbica, tendo inervação dos ramos de T7 a T12 (KENDALL et al., 1987, p. 216).

1.6.1.10 Elevador do Ânus

Forma o assoalho pélvico, se subdividindo em puborretal, pubococcígeo, iliococcígeo e isquiococcígeo. O puborretal percorre um trajeto pósterolateral à uretra, à vagina (mulheres) e ao reto para ligar-se a seu correspondente formando uma alça muscular na flexura anorretal. O pubococcígeo passa posteriormente, inferior ao puborretal, e liga-se à sutura mediana posterior ao reto. O iliococcígeo e isquiococcígeo emergem da face medial da espinha isquiática, da parte posterior da fáscia obturadora e da face medial do ligamento sacroespinhal. As fibras desses músculos completam o assoalho pélvico e ligam-se à face anterior do sacro no nível da S5 (LEE et al., 2001, p. 38).

1.6.1.11 Diafragma

Possui três origens, a parte esternal, a costal e a lombar. Sua inserção é no tendão central, que é uma aponeurose forte sem nenhuma inserção óssea (KENDALL et al., 1987, p. 303).

1.6.1.12 Grande Dorsal

Origem nos processos espinhosos das últimas seis vértebras torácicas, últimas três costelas, através da fáscia tóraco lombar a partir das vértebras lombares e sacrais e terço posterior do lábio externo da crista ilíaca. Inserção no sulco intertubercular do úmero e inervação do nervo tóraco dorsal (C6, C7 e C8) (KENDALL et al., 1987, p.115).

1.6.1.13 Bíceps Femoral

Subdivide-se em dois; cabeça longa, que possui origem na parte distal do ligamento sacrotuberoso e parte posterior da tuberosidade do ílio e cabeça curta, que tem origem no lábio lateral da linha áspera, dois terços proximais da linha supracondiliana e septo intermuscular lateral. Sua inserção é no lado lateral da cabeça da fíbula e côndilo lateral da tíbia e fáscia profunda do lado lateral da perna. A inervação da cabeça longa é feita pelo nervo ciático (ramo tibial – L5, S1, S2 e S3) e da cabeça curta, também pelo nervo ciático com ramificação do nervo fibular (L5, S1 e S2) (KENDALL et al., 1987, p. 175).

1.6.1.14 Adutores do Quadril

Subdivididos em longo, curto e magno. O adutor longo tem origem na superfície anterior do púbis na junção da crista e sínfise, sendo que sua inserção é no terço médio do lábio medial da linha áspera, com inervação do nervo obturador (L2, L3 e L4). Já o adutor curto possui sua origem na superfície externa do ramo inferior do púbis, com inserção em dois terços distais da linha pectínea e metade proximal do lábio medial da linha áspera, com inervação do nervo obturador (L2, L3 e L4). Finalmente, o adutor magno tem origem no ramo pubiano inferior, ramo do ísquio e tuberosidade isquiática. Sua inserção é localizada medialmente á tuberosidade glútea, meio da linha áspera, linha supracondiliana medial e tubérculo adutor do côndilo medial do fêmur. Possui inervação do nervo obturador (L2, L3 e L4) e do nervo ciático (L4, L5 e S1) (KENDALL et al., 1987, p. 197).

1.6.2 Fásia Tóraco Dorsal

A fásia tóraco dorsal representa uma estrutura importantíssima na questão de transferência de carga do tronco para os membros inferiores. Vários músculos responsáveis pela estabilidade da cintura pélvica se ligam a essa fásia e podem afetar a tensão em seu interior. Entre eles estão os músculos transverso do abdome, oblíquo interno, glúteo máximo, grande dorsal, eretor da espinha, multífidos e bíceps da coxa (VLEEMING et al., 1995, p. 757).

Sua anatomia é complexa. Possui três camadas: anterior, mediana e posterior. A camada anterior é fina e cobre a parte anterior do músculo quadrado lombar. A fásia tóraco dorsal liga-se medialmente ao processo transverso e mescla-se com os ligamentos intertransversários. A camada mediana situa-se numa posição posterior ao quadrado lombar e surge medialmente das pontas dos processos transversos, dando origem á aponeurose do transverso do abdome (BOGDUK, 1997 apud LEE et al., 2001, p. 28).

A camada posterior da fásia tóraco dorsal é formada por duas lâminas. A lâmina superficial origina-se predominantemente da aponeurose do músculo grande dorsal e contém fibras oblíquas que realizam uma trajetória ínfero-medial. Na linha mediana, uma forte conexão liga a fásia aos processos espinhosos das vértebras lombares na face superior de L4. Segundo Willard (1997 apud LEE et al., 2001, p. 29), a borda posterior do ligamento amarelo transforma-se no ligamento supra espinhal que, por sua vez, está ancorado na fásia tóraco dorsal. Por intermédio dessas inserções, a tensão da fásia tóraco dorsal é transmitida ao ligamento amarelo e, de acordo com Willard (1997 apud LEE et al., 2001, p.29), colabora para o alinhamento da coluna vertebral. As lâminas superficiais também recebem algumas fibras dos músculos oblíquo externo e trapézio que estão mais abaixo (VLEEMING et al., 1995, p. 758).

Inferior à L4, as conexões medianas são muito frouxas e, na verdade, cruzam a linha mediana para alcançar a crista ilíaca e o sacro do outro lado. Sobre o sacro, a lâmina superficial mescla-se com a fásia do glúteo máximo. Essas fibras realizam o trabalho ínfero-lateral desde uma inserção medial até a crista sacral mediana e, às vezes sobem até o processo espinhoso de L4.

A lâmina profunda da camada posterior da fásia tóraco dorsal também é complexa, com várias conexões musculares. As fibras realizam trajeto ínfero-lateral, conectando-se medialmente aos ligamentos inter espinhais e à EIPS, à crista ilíaca e aos

ligamentos sacroilíacos posteriores. Acima da pelve, a lâmina profunda liga-se à sutura lateral e mescla-se com a camada mediana da fáscia tóraco lombar. Os músculos oblíquo interno e transversos do abdome ligam-se a essa sutura lateral. Sobre a pelve, algumas fibras mesclam-se com a fáscia profunda do músculo eretor da espinha e com o ligamento sacrotuberal.

A tensão da fáscia tóraco dorsal pode ser aumentada pelos movimentos dos braços, do tronco e dos membros inferiores. A contração ou alongamento dos vários músculos que se ligam à fáscia pode influenciar a sua tensão. Dessa forma, a estabilidade da cintura pélvica e da região lombar é aumentada e a carga é transferida de forma eficaz do tronco para os membros inferiores (LEE et al., 2001 p. 40).

1.7 Inervação da Articulação Sacroilíaca

A articulação sacroilíaca é inervada por nociceptores e também por proprioceptores (os ramos anteriores primários) das raízes L2 até S2, que inervam a porção anterior desta articulação, já a porção posterior recebe inervação dos ramos posteriores das raízes S1 e S2 (GREENSTEIN, 1995, p. 115).

O objetivo desse capítulo foi dar leitor uma noção de toda a anatomia da articulação sacroilíaca, naturalmente existem bons atlas e bons livros texto, porém muitas vezes o interior do corpo parece ter um aspecto diferente do mostrado, portanto acreditamos ser útil demonstrar as estruturas dessa articulação como elas se apresentam em nosso dia a dia, correlacionando com o exame prático.

2 BIOMECÂNICA DA ARTICULAÇÃO SACROILÍACA

Para melhor compreensão desse capítulo, houve a necessidade de divisão do estudo biomecânico da cintura pélvica em cinemática (estudo do movimento de partículas e corpos rígidos no espaço) e cinética (estudo das forças que produzem, param ou modificam o movimento dos objetos) (SMITH et al., 1997, p. 2-3). A seguir serão abordados os grupos musculares que atuam na região e os micro e macro movimentos presentes na articulação sacroilíaca.

2.1 Cinemática da Cintura Pélvica

Desde meados do século XIX, foram realizados diversos estudos tanto em cadáveres como em indivíduos vivos para esclarecer os movimentos da articulação sacroilíaca e da sínfise púbica e os eixos em que esses movimentos ocorrem (VLEEMING et al., 1990b p. 133-134).

Através de equipamentos especializados notou-se que os movimentos da cintura pélvica ocorrem ao longo de três planos do corpo, havendo a combinação desses movimentos na marcha (GREENMAN, 1990 apud LEE et al., 2001 p. 51). Durante esses movimentos habituais, embora a mobilidade da articulação sacroilíaca seja limitada, constatou-se que há movimento nessa articulação (VLEEMING et al., 1992b, p. 171-172).

De acordo com Walker (1992 apud WURFF et al., 2000, p. 31) o movimento que ocorre na região é de 1-3° ou 1-3 mm. Porém essa quantidade de movimento ainda é objeto de discussão até os dias atuais.

2.1.1 Nutação e Contra Nutação do Sacro

2.1.1.1 Movimento Osteocinemático

Na articulação sacroilíaca o movimento ocorre durante o movimento do tronco e dos membros inferiores. A nutação do sacro pode ser definida como o movimento

para frente do promontório sacral em direção ao interior da pelve sobre um eixo coronal dentro do ligamento interósseo, ou seja, ocorre o movimento de inclinação anterior da região superior do sacro. Esse movimento é bilateral quando o indivíduo passa de decúbito dorsal para a posição ortostática e aumenta ligeiramente durante os estágios iniciais da flexão do tronco para frente. A nutação unilateral do sacro ocorre durante a flexão dos membros inferiores (LEE et al., 2001, p. 51-52).

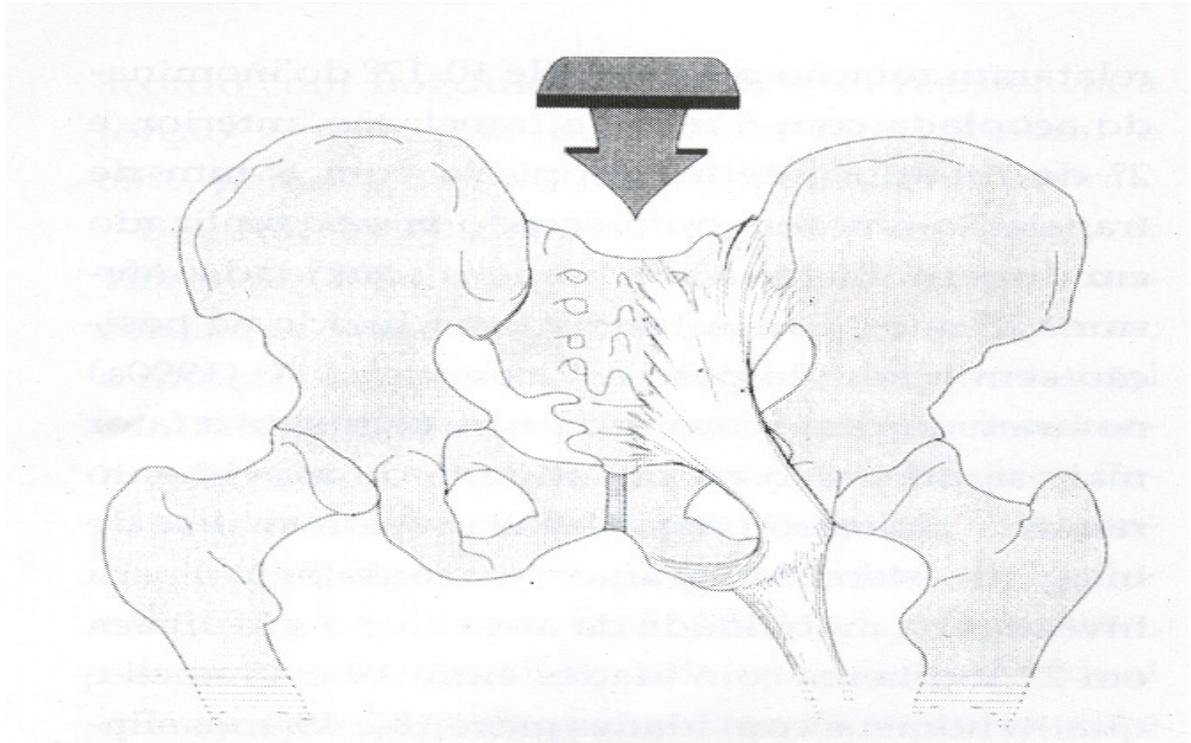


Figura 8. Nutação do sacro. Esse movimento é resistido pelos ligamentos interósseo e sacrotuberal.
Fonte Vleeming et al. (1997, p. 57).

Já a contra nutação do sacro consiste no movimento para trás do promontório sacral sobre o eixo coronal dentro do ligamento interósseo, ou seja, há o movimento de inclinação posterior da região superior do sacro. Esse movimento ocorre bilateralmente na posição de decúbito dorsal e em algumas pessoas, nos estágios finais da flexão do tronco para frente. A contra nutação unilateral do sacro ocorre durante a extensão dos membros inferiores (LEE et al., 2001, p. 51-52).

2.1.1.2 Movimento Artrocínemático

Quando o sacro realiza nutação em relação ao inominado, ocorre um

movimento de translação entre as duas superfícies da articulação. Trata-se de um movimento artrocinemático entre duas faces articulares. A articulação sacroilíaca possui dois braços formando um ângulo de 90 graus entre eles. O braço curto (S1) situa-se num plano súpero-inferior, enquanto o braço longo (S2, S3 e S4) situa-se num plano ântero posterior. Os dois braços convergem para a linha arqueada do inominado. No movimento de nutação, o sacro desliza inferiormente para baixo do braço curto e posteriormente ao longo do braço longo. Esse movimento é resistido pelo formato de cunha do sacro, pelas cristas e depressões da superfície articular e pela integridade dos ligamentos interósseo e sacrotuberal. Os ligamentos são auxiliados nessa ação pelos músculos que se inserem dentro deles (LEE et al., 2001, p. 52).

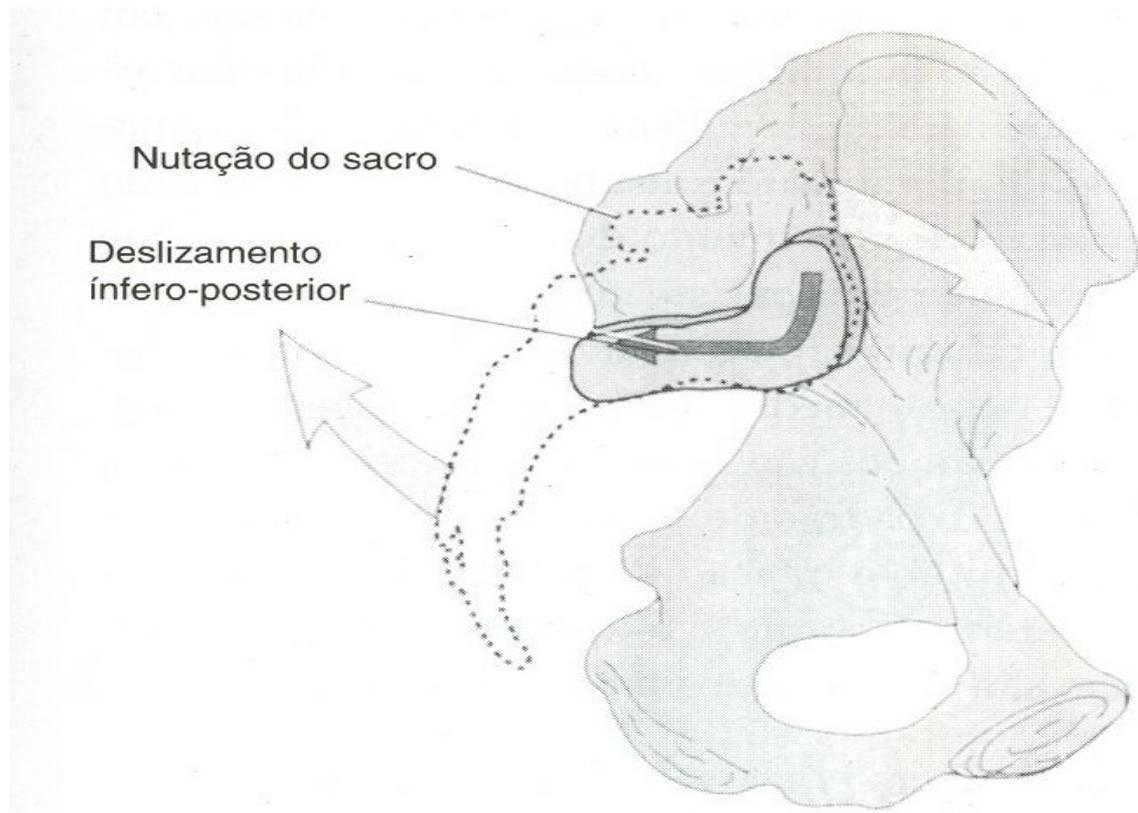


Figura 9. Movimento artrocinemático durante a nutação do sacro. Na nutação a superfície articular desliza no sentido ífero-posterior em relação ao inominado. Fonte: Lee et al. (2001, p. 53).

Quando realiza contranutação, o sacro desliza anteriormente ao longo do braço longo e superiormente acima do braço curto. O movimento é limitado pelo ligamento sacroilíaco posterior. Esse ligamento é auxiliado pela contração do multífido, que age no sentido de realizar a nutação do sacro (LEE et al., 2001, p. 52).

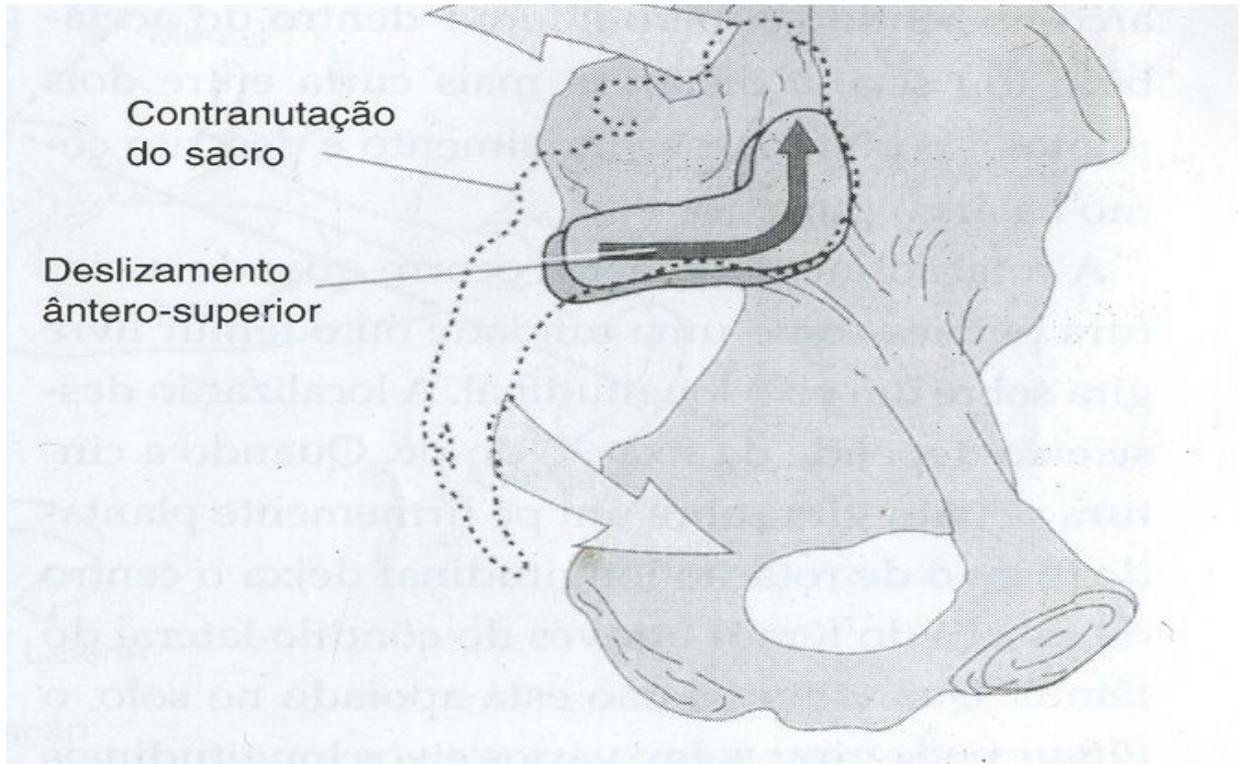


Figura 10. Movimento artrocinemático durante a contranutação do sacro. Na contranutação a face articular desliza no sentido ântero posterior em relação ao inominado. Fonte: LEE et al. (2001, p. 53).

2.1.2 Rotação Anterior/Posterior do Inominado

A rotação anterior do inominado ocorre bilateralmente durante a flexão do indivíduo para frente (quando ele se senta a partir da posição de decúbito dorsal), havendo uma rotação da cintura pélvica como um todo sobre os fêmures. A rotação anterior unilateral ocorre durante a extensão do membro inferior, representando o mesmo que a contranutação do sacro. A rotação posterior do inominado ocorre bilateralmente durante a extensão do tronco (havendo a rotação da cintura pélvica como um todo sobre os fêmures. A rotação posterior unilateral ocorre durante a flexão do membro inferior, representando o mesmo que a nutação do sacro) (LEE et al., 2001, p. 52-53).

2.2 Cinética da Cintura Pélvica

A análise cinética da cintura pélvica se relaciona com os estudos anatômicos que resistem às forças de translação na transferência de carga do tronco para os

membros inferiores, bem como a atuação do sistema miofascial na manutenção dessa estabilidade. (LEE et al., 2001 p. 61)

A cintura pélvica possui um sistema de autotravamento que integra o fechamento de forma e de força. No fechamento de forma há uma grande variabilidade no formato da articulação e o coeficiente de atrito entre as superfícies articulares aumenta de acordo com a idade, havendo a ossificação completa somente na terceira década de vida. No que tange ao fechamento de força deve-se ressaltar a importância dos músculos que proporcionam estabilidade para a cintura pélvica. Eles se dividem em dois grupos: unidade interna e unidade externa. (LEE et al., 2001 p. 61-62).

Além disso, há uma grande participação dos ligamentos sacroilíaco posterior longo que se contrai durante a contra natação do sacro ou rotação anterior do inominado e ligamentos sacro tuberal e interósseo que se contraem durante a natação do sacro ou rotação posterior do inominado, aumentando a compressão articular e assim facilitando a atuação do mecanismo de fechamento de força. (Vleeming et al., 1996).

2.2.1 Fechamento de Forma e Força

Esses termos foram utilizados por Snijders et al. (1993a, p. 286-287) para descrição dos componentes passivos (estruturas osteo-articular-ligamentares) e ativos (miofásia) de estabilidade, ambos coordenados pelo sistema de controle. De acordo com seus estudos o fechamento de forma representa uma situação em que as superfícies articulares se encontram perfeitamente encaixadas sem haver a necessidade de forças adicionais para manutenção desse sistema, havendo a contribuição de três fatores para isso ocorrer; o formato da superfície articular, o coeficiente de atrito da cartilagem e a integridade dos ligamentos próximos à articulação.

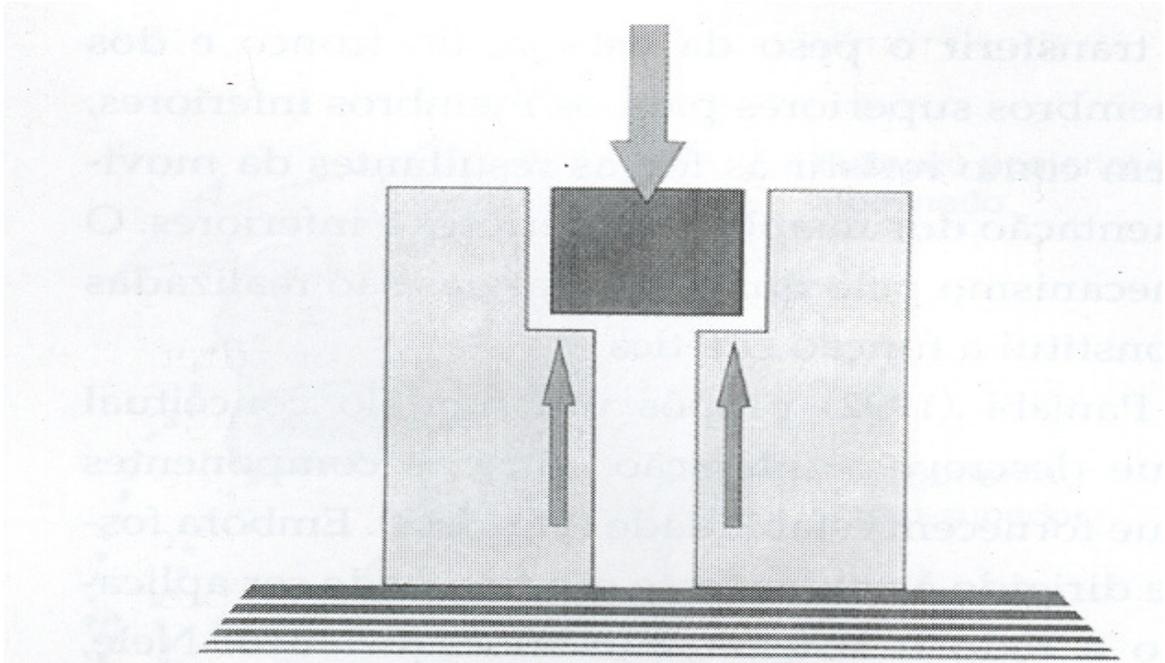


Figura 11. Representação esquemática de fechamento de forma. Fonte: Snijders et al. (1993a, p. 288).

No fechamento de força é necessária uma força adicional para manutenção do objeto no lugar evitando assim o cisalhamento das superfícies articulares; para isso é preciso que haja atrito, sendo este proporcionado por fatores que aumentam a compressão intra articular fazendo com que a articulação resista à movimentos de translação. (SNIDJERS et al., 1993a, p. 288-289).

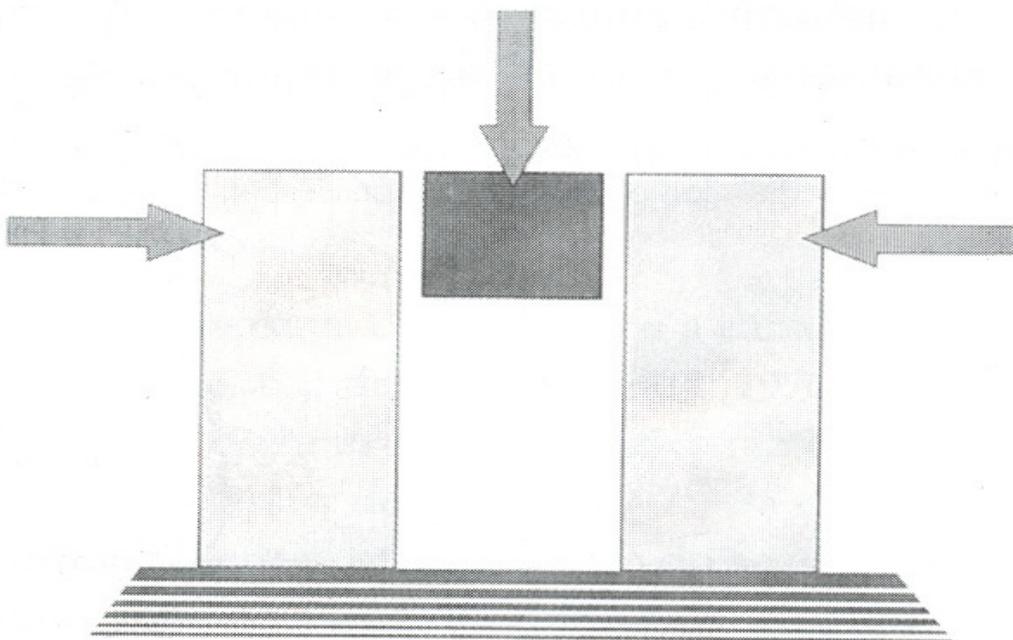


Figura 12. Representação esquemática de fechamento de força. Fonte: SNIJDERS et al. (1993a, p. 289).

2.2.2 Unidade Interna

A unidade interna se compõe pelos músculos do assoalho pélvico, do transverso do abdome, do multífidos e do diafragma (LEE et al., 2001 p. 62).

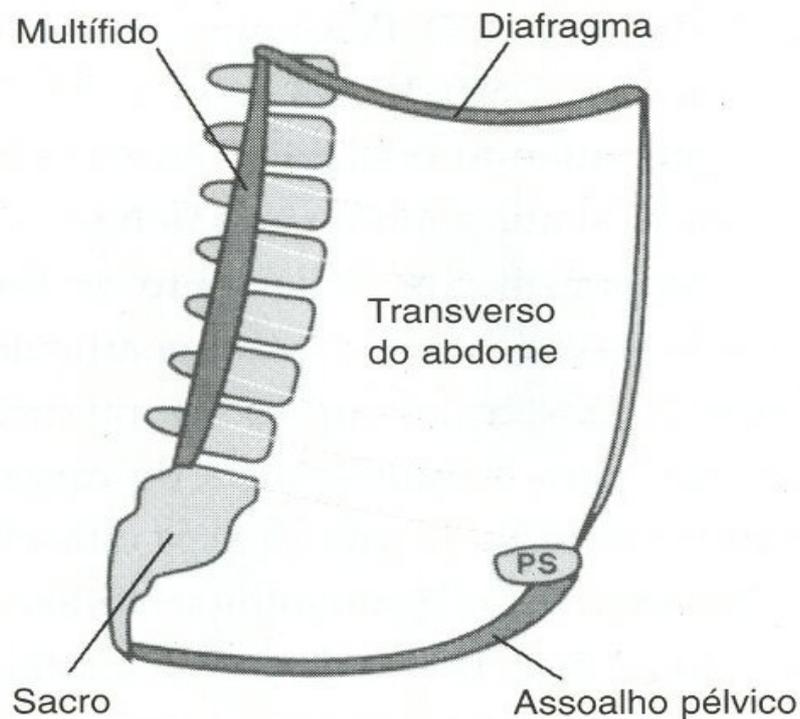


Figura 13. Músculos da unidade interna. Abrange os músculos multífido, transverso do abdome, diafragma e assoalho pélvico. Fonte: Lee et al. (2001, p. 61).

Recentemente foram realizados estudos através de eletromiografia que descobriram que a ativação dos músculos abdominais representa uma reação normal à contração do assoalho pélvico. Quando os músculos do abdome eram fortemente recrutados, toda a musculatura do assoalho pélvico se contraía. O autor dos estudos também descobriu que os pacientes conseguiam isolar os músculos do assoalho pélvico com maior eficácia quando a parede abdominal era incorporada ao treinamento. O elevador do ânus (que promove a contranutação do sacro) e o multífido (que promove a nutação do sacro) agem como um par de forças que controla a posição sacral, tornando assim a coluna mais estável (SAPSFORD et al., 1998 apud LEE et al., 2001 p. 62-63).

O papel exercido pelo transverso do abdome nesse mecanismo é o de

aumentar a tensão lateralmente na fáscia tóraco dorsal e ajudar a manter a pressão intra abdominal (HODGES & RICHARDSON, 1996). Atuando em conjunto com os músculos da unidade externa, a contração do transverso do abdome aumenta a tensão dos ligamentos sacroilíacos posteriores através da fáscia tóracodorsal, aumentando assim a potência do mecanismo de fechamento de força (LEE et al., 2001, p. 63).

2.2.3 Unidade Externa

A unidade externa se divide em quatro sistemas: oblíquo posterior, longitudinal profundo, oblíquo anterior e lateral (LEE et al., 2001, p. 62).

O sistema oblíquo posterior é composto pelos músculos grande dorsal, glúteo máximo e fáscia tóraco dorsal interposta (LEE et al., 2001, p. 62). Quando ocorre a contração dos músculos glúteo máximo e do grande dorsal contra lateral há uma compressão da articulação sacroilíaca, aproximando assim a face posterior do inominado auxiliando o mecanismo de fechamento de força (VLEEMING et al., 1995a, p. 754-755). Isso ocorre porque o Glúteo máximo e latissimus dorsi são acoplado parcialmente pela camada posterior da fascia toraco-lombar, criando uma força de compressão agindo perpendicularmente na ASI (van Wingerden, 2004, p. 204).

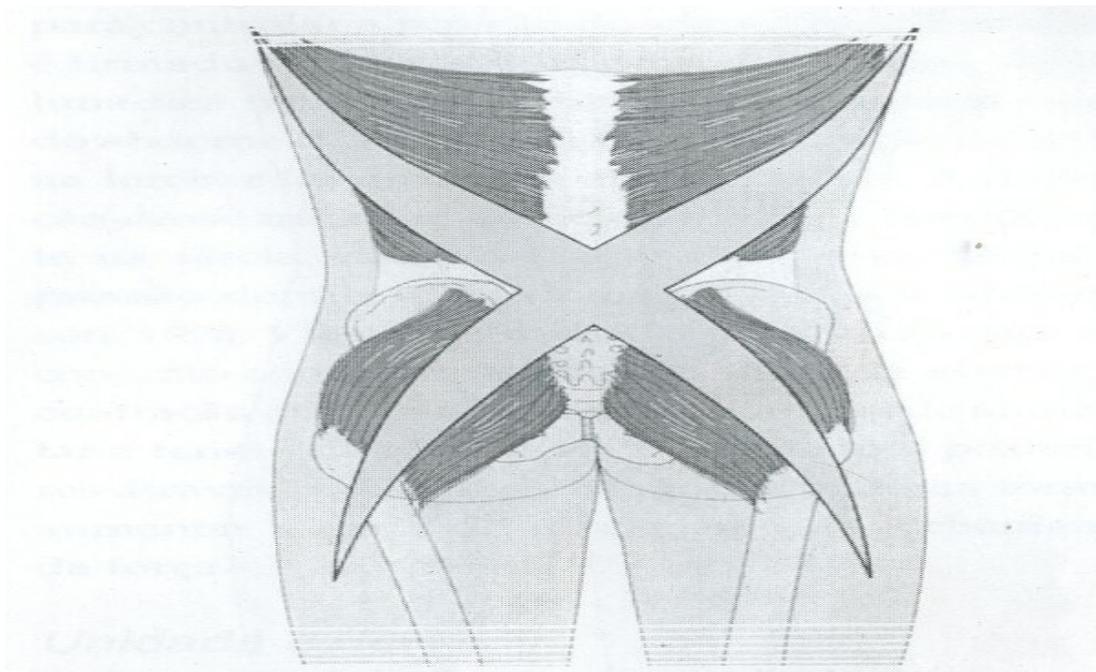


Figura 14. O sistema oblíquo posterior da unidade externa. Abrange os músculos grande dorsal, glúteo máximo e a fáscia tóracodorsal interposta. Fonte: Vleeming et al. (1995a, p. 754).

O sistema longitudinal profundo abrange os músculos erector da espinha, a lâmina profunda da fáscia tóraco-dorsal, o ligamento sacrotuberal e o bíceps da coxa (Gracovetsky, 1997 apud LEE et al., 2001, p. 63). Foi mostrado que a aponeurose tendínea do músculo erector estava estreitamente ligada com o Sacro e os ligamentos posteriores superficiais da ASI (VAN WINGERDEN et. al., 2004 p. 200).

Esse sistema também facilita a compressão sacroilíaca, além do bíceps da coxa poder controlar a nutação do sacro através da sua ligação com o ligamento sacrotuberal (Wingerden et al., 1993 apud LEE et al., 2001, p. 64).

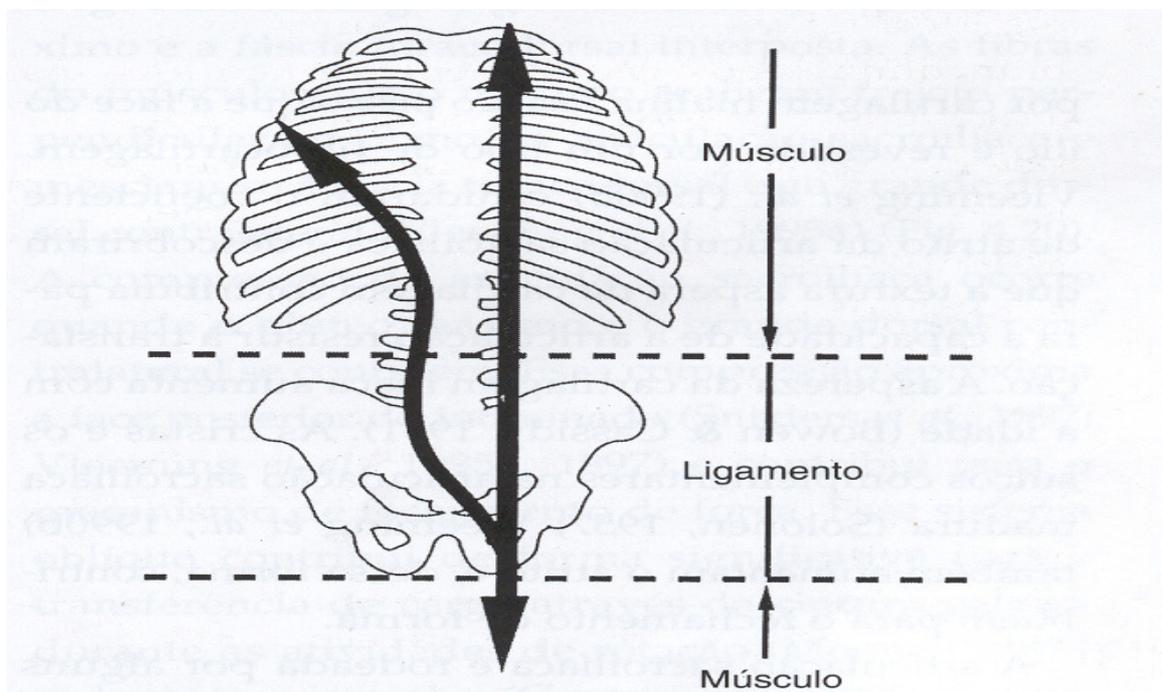


Figura 15. O sistema longitudinal profundo da unidade externa. Abrange o erector da espinha, da lâmina profunda da fáscia tóraco dorsal, do ligamento sacrotuberal e do músculo bíceps da coxa.

Fonte: Gracovetsky, 1997 apud LEE et al. (2001, p. 61).

O sistema oblíquo anterior inclui os oblíquos abdominais, os músculos adutores contralaterais da coxa e a fáscia abdominal anterior interposta (SNIDJERS et al., 1995). Os abdominais oblíquos são considerados músculos fásicos, que iniciam o movimento e, para que haja a estabilização do tronco é necessário que transversos do abdome se contraia primeiro (HODGES, RICHARDSON, 1996).

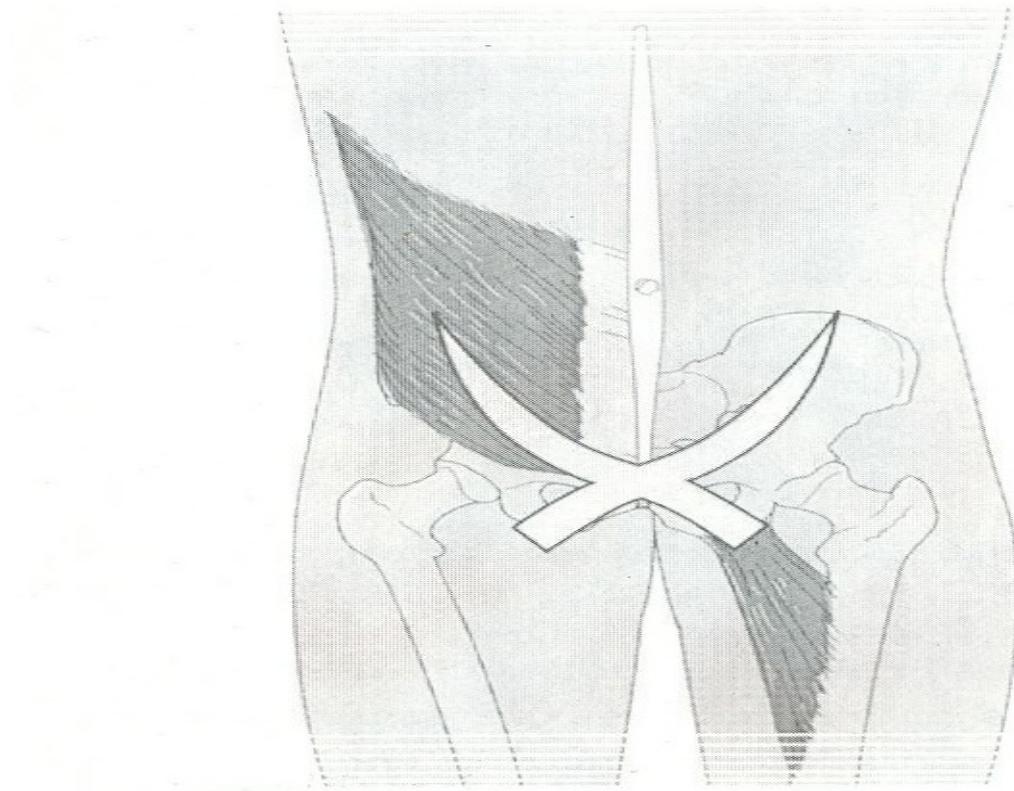


Figura 16. O sistema obluo anterior da unidade externa. Abrange os obluos externo e interno, os adutores contralaterais da coxa e a fáscia abdominal anterior. Fonte: Lee et al. (2001, p. 62).

O sistema lateral é composto pelos músculos glúteo médio e mínimo e adutores contralaterais da coxa. Esse sistema embora não esteja envolvido diretamente no fechamento de força da articulação sacroilíaca  de grande importância para cintura pélvica na posição ortostática e durante a marcha (LEE et al., 2001 p. 64).

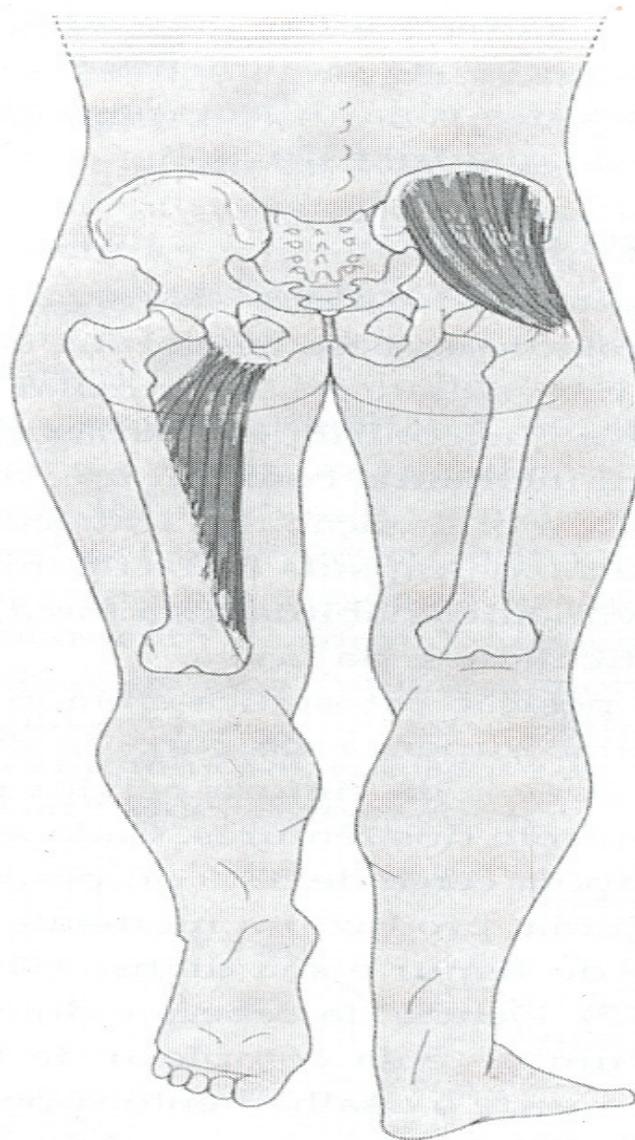


Figura 17. O sistema lateral da unidade externa. Abrange os músculos glúteo médio e mínimo e os adutores contralaterais da coxa. Fonte: Lee et al. (2001, p. 63).

A deficiência no recrutamento da musculatura da unidade interna e da unidade externa reduz o mecanismo de fechamento de força da articulação fazendo com que o paciente adote estratégias compensatórias na região lombar, do quadril e do joelho. (LEE et al., 2001 p. 64).

À medida que os conhecimentos biomecânicos da articulação sacroilíaca se expandem, percebemos que as compreensões dos problemas musculoesqueléticos se tornam mais simples de serem resolvidos; como consequência prática dessa abordagem o complexo sistema cinesiológico pode ser analisado e tratado como um todo.

3- A INFLUÊNCIA MUSCULAR NA ESTABILIZAÇÃO DA ASI

Conforme descrito nos capítulos anteriores, sabe-se que músculos e ligamentos têm uma função muito importante na estabilização da ASI. Em alguns estudos (realizados por eletromiografia) observou-se que a fraqueza de determinados músculos gerava uma instabilidade na região, o que posteriormente causava dores lombares. Além disso, observou-se que em alguns pacientes que apresentavam dores na ASI, havia um atraso na contração de alguns músculos importantes na estabilidade local. Este capítulo final tem como principal objetivo a exposição de alguns artigos que descrevem a atuação de alguns músculos e as conseqüências de sua atividade inadequada na ASI.

3.1 A Importância dos Músculos Estabilizadores na ASI

De acordo com o modelo de fechamento de força e de forma, o cisalhamento na ASI é impedido por atrito maior devido à uma combinação de dois fatores. O primeiro deles é devido às características anatômicas específicas que aumentam o coeficiente de atrito (fechamento de forma) e o segundo devido a tensão dos músculos e ligamentos que cruzam a ASI e levam a maior atrito e, conseqüentemente, maior estabilidade (fechamento de força). Esse modelo pressupõe que para transferência eficaz de carga da coluna vertebral através da pelve para as pernas, a ação muscular sobre a pelve deve ser ativada para aumentar o fechamento de força da ASI (VAN WINGERDEN et. al., 2004 p.199).

Sabe-se que as Superfícies articulares da ASI são relativamente planas e estão alinhadas próximas do plano vertical. Superfícies articulares planas são ideais para transferência de cargas; no entanto, o alinhamento da ASI próxima ao plano vertical a torna vulnerável a cargas de cisalhamento verticais, tais como forças gravitacionais (HUNGEFORD et. al., 2003, p.1593). De acordo com Richardson (2002), a superfície quase plana da articulação SI é protegida contra deslocamentos por um forte sistema ligamentar, porém os ligamentos viscoelásticos são passíveis de deslizamento sob efeito de cargas prolongadas. Portanto compactação ativa da articulação pélvica via músculos e fáscia da região é necessária para estabilizar o movimento intra-pélvico durante a transferência de

cargas entre a coluna vertebral e os membros inferiores (HUNGEFORD, 2003, p.1593).

Richardson (2000) observou que muitos músculos são importantes nesse mecanismo, porém ele enfatizou que os músculos com uma orientação transversal podem produzir forças que cruzam a articulação SI na direção apropriada pra produzir o fechamento de força.

3.2 O Mecanismo de Ação dos Músculos Estabilizadores na ASI

A estabilidade do movimento intersegmentar lombar é mantida por uma série de estratégias controladas pelo sistema nervoso central, que modula o sincronismo e o padrão de recrutamento muscular de acordo com a pressão exercida sobre os músculos do tronco (HUNGEFORD et. al., 2003, p.1593).

Pode-se observar que o deslocamento do centro de massa é precedido e acompanhado por ativação muscular para fornecer suporte postural para transferência de carga na nova configuração de apoio somente em uma perna. Hodges (1996) observou que a ativação inicial do transverso do abdomen (TrA), oblíquo interno abdômen (OI), oblíquo externo do abdome e dos multifidus antes de movimento dos membros inferiores. Posteriormente Hungerford (2003) levantou a hipótese de que a pré-ativação do TrA, OI, multifidus, pubococcígeo e glúteo máximo ocorria para induzir a rotação posterior do inominado relativo ao sacro e aumentar a tensão para os ligamentos SI posteriores e a camada externa da fascia toraco-lombar antes da transferência da carga para a perna de apoio. Coativação dos músculos do tronco e quadril podiam, portanto, aumentar estabilidade da coluna vertebral e aumentar a compressão e estabilidade na ASI (HUNGEFORD et. al., 2003, p.1594).

Dessa forma Hungeford realizou um estudo para determinar o padrão de recrutamento dos músculos do tronco e quadril com sujeitos apoiados em uma unica perna e comparar esta resposta em um grupo de indivíduos com dor na ASI (HUNGEFORD et. al , 2003, p.1593).

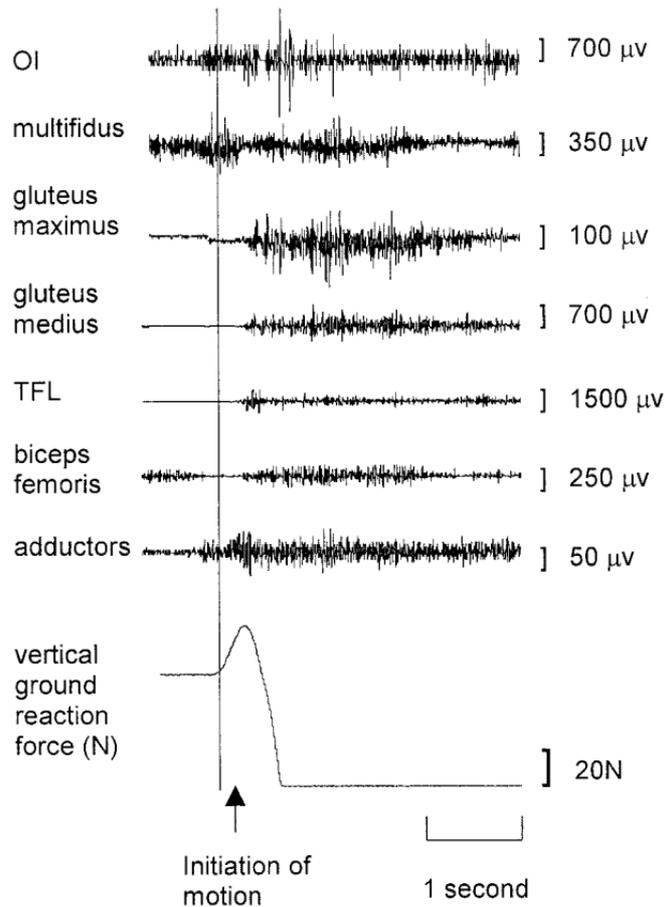


Figura 18. Eletromiografia e dados da força de reação do solo vertical de um sujeito controle durante um único ensaio de flexão do quadril em pé. O início do movimento, conforme determinado pela força de reação vertical do solo, é retratado. Atividade eletromiográfica é mostrada para oblíquo interno do abdome (OI), multifidus, glúteo máximo, glúteo medius, tensor fáscia latae (TFL), bíceps femoris, e músculo adutor longo do (adductors). Observe o início precoce do OI e multifidus e diminuição da atividade do bíceps femoral no início do movimento. Fonte: Hungeford et al. (2003, p.1595).

O resultado desse estudo foi que no grupo dos pacientes com dores na ASI, a da ativação dos OI, multifidus, glúteo máximo e bíceps femoris (medidas por eletromiografia) foi significativamente diferente do lado sintomático em comparação com o lado assintomático e com sujeitos controle. Ativação do OI e multifidus ocorreu mais de 80 ms após início do movimento (ou seja, com um grande atraso) e não pode ser considerado feedforward. Isto sugere uma mudança na estratégia do controle motor do lado sintomático em indivíduos com dores na ASI. Resultados semelhantes foram observados em indivíduos com dor de origem lombar. O início atrasado da ativação do OI e dos multifidus no lado sintomático podem ter diminuído a eficácia dos mecanismos de estabilização da ASI antes de aumento da carga vertical através a pelve no início do apoio sobre uma perna. O também

atraso da ativação do glúteo máximo pode ter alterado compactação da ASI, com uma falha subsequente do mecanismos de transferência de carga ideal através da pelve. O início precoce da ativação do bíceps da coxa do lado sintomático em comparação com sujeitos controle podem, portanto, ter ocorrido para auxiliar a extensão do quadril por causa de início atrasado da atividade de glúteo máximo, ou para aumentar o fechamento de força em toda a ASI via conexões de bíceps da coxa para ligamento sacrotuberais e a camada posterior de fáscia toraco-lombar. Este mecanismo de utilização do bíceps femural foi utilizado para gerar forças alternativas que ajudam na estabilidade lombo-pélvica (HUNGEFORD, 2003, p.1598).

Um outro estudo realizado por Wingerden (2004) com os músculos erector spinae, bíceps da coxa, grande dorsal e glúteo máximo mostrou que a estabilidade da ASI aumentou significativamente quando os músculos foram ativados individualmente. Os músculos erector spinae, bíceps da coxa e o glúteo máximo se mostraram como tendo grande efeito sobre a estabilidade da ASI. Já o músculo latissimus dorsi (embora apresente uma atuação na região) se mostrou como não tendo um efeito tão considerável na estabilidade da ASI. Este estudo queria mostrar que a rigidez conjunta é influenciada não só pela qualidade estrutural e integridade da ASI, mas também pela dinâmica da atividade muscular (VAN WINGERDEN et. al, 2004 p. 204).

Em outro artigo publicado por Richardson (2002), uma grande ênfase é dada aos músculos abdominais que são orientados transversalmente (transverso abdominal e porções menores do oblíquo interno) além de outros músculos como os do assoalho pélvico e piriforme em comparação com os músculos que tem uma orientação mais longitudinal como o reto abdominal e o oblíquo externo. Sobre efeito de carga, são esses músculos com orientação transversa que atuam comprimindo o sacro sobre o ílio e mantém a estabilidade na ASI. Esse estudo concluiu que a contração independente do músculo transverso abdominal diminuiu a frouxidão da ASI e aumentou sua estabilidade (RICHARDSON et. al., 2002, p. 400).

Para concluir, estes estudos mostram que a estabilidade da ASI é aumentada pela atividade muscular. Isso dá suporte para o modelo proposto que a transferência de carga das pernas pra coluna, é reforçada quando músculos comprimem ativamente a ASI evitando assim cisalhamento.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente sabe-se que a transferência de forças entre os membros inferiores e a parte superior do corpo ocorre por meio da ASI (VAN DIJKE, 1999). Em muitas pessoas essa transmissão de forças pode não acontecer da maneira adequada devido a algumas disfunções anatômicas, biomecânicas ou na própria ativação muscular. O correto entendimento do mecanismo de funcionamento das estruturas que envolvem a região se torna necessário pelo educador físico, já que a região da ASI é solicitada na maioria das atividades em que existe a atividade dos membros inferiores.

Com base no levantamento bibliográfico realizado, o leitor poderá aprofundar seus conhecimentos a respeito da anatomia óssea da ASI, ao formato de sua superfície articular e a tendência ao cisalhamento do local. Esse trabalho também descreveu a biomecânica da ASI, os movimentos osteocinemáticos (movimentos ósseos fisiológicos que podem ser realizados ativamente pelos indivíduos) e artrocinemáticos (micromovimentos que ocorrem dentro das articulações). Houve ainda o aprofundamento de informações obtidas em alguns estudos acerca da influência de ligamentos e músculos atuantes na região, da importância desses fatores na estabilização do local e dos problemas gerados pela atividade inadequada dos mesmos. Dessa forma, exercícios de ativação muscular direcionados para as cadeias musculares específicas são a melhor forma de aumentar a estabilidade da ASI, já que a região também sofre influência dos ligamentos e do posicionamento ósseo e essas duas estruturas são muito mais complexas de serem ativadas sem intervenções cirúrgicas, enquanto os músculos podem ser ativados muito mais facilmente.

Portanto, através desse trabalho, pôde-se observar que a região sofre uma grande influência da anatomia óssea, dos ligamentos e da ativação muscular. Quando um desses fatores apresenta alguma falha, todo o complexo sistema se desestrutura, fazendo com que mecanismos compensatórios sejam solicitados para que a transferência de carga continue a ocorrer normalmente.

5 REFERÊNCIAS

ALDERINK, G. J. The sacroiliac joint: review of anatomy, mechanics and diagnosis. **Physical Therapy**, v. 2, p. 71-85, 1991.

BOGDUK N. L. T. et. al. **Clinical anatomy of the lumbar spine and sacrum**, 3. ed. New York: Churchill Livingstone, 1997.

BOWEN V.; CASSIDY J. D. Macroscopic and Microscopic anatomy of the sacroiliac joint from embryonic life until the eighth decade: **Spine** v. 6 p. 620, 1981.

COLACHIS, S. C. et al. Movement of sacroiliac joint in the adult male: a preliminary report. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 44, n. 490, p. 490, 1963.

DEFRANCA, G. G. **Pelvic locomotor dysfunction: A clinical approach**, 2. ed. Aspen: Aspen, 1996.

DIJKE A. H. et. al. A biomechanical model on muscle forces in the transfer of spinal load to the pelvis and legs. **Journal of Biomechanics** v. 32 p. 927-933, 1999.

DREYFUSS, P. et. al. Positive sacroiliac screening tests in asymptomatic adults. **Spine**, v. 19, p. 1138-1143, 1994.

DREYFUSS, P. et. al. The value of medical history and physical examination in diagnosing sacroiliac joint pain. **Spine**, v. 21, n. 22, p. 2594-2602, 1996.

FORTIN, J. D. et. al. Sacroiliac joint: pain referral maps upon application of a new injection / arthrographic technique. Part 1: Asymptomatic volunteers. **Spine**, v. 19, n. 13, p. 1475-1482, 1994a.

FORTIN, J. D.; et. al. Sacroiliac joint: pain referral maps upon application of a new injection / arthrographic technique. Part II: Clinical evaluation. **Spine**, v. 19, n.13, p. 1483-1489, 1994b.

FRYETTE H H Principles of Osteopathic technique: **American Academy of Osteopathy**. Colorado, 1954.

GREENMAN P E et. al. Clinical aspects of sacroiliac function in walking: **Journal of Manual Medicine** 5: 125-130, 1990.

GRIEVE G. P. **Common vertebral joint problems**. Edinburgh, Churchill Livingstone, 1981.

HODGES, P W, RICHARDSON CA. Inefficient muscular stabilisation of the lumbar spine associated with low back pain: A motor control evaluation of transversus abdominis. **Spine** v. 21, p. 2640–50,1996.

HUNGERFORD B. et. al. Evidence of Altered Lumbopelvic Muscle Recruitment in the Presence of Sacroiliac Joint Pain. **Spine** v. 28, n. 14, p. 1593–1600, 2003.

JAESCHKE, R. et. al. Users guide to the medical literature: III How to use an article about a diagnostic test. B What are the results of the study valid. **Journal of the American Medical Association**, v. 271, n. 5, p. 289-391, 1994.

KAPANDJI A. I. **Fisiologia Articular** 5a edição. São Paulo: editora Médica Panamericana, 2000.

KENDALL, F. P.; MCCREARY, E. K. **Músculos provas e funções**. 3.ed. São Paulo: Manole, 1987.

KOKMEYER, D. J. et. al. The Reliability of Multi Test Regimes with sacroiliac pain provocation tests. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, v. 25, n. 1, p. 42-48, 2002.

LASLETT, M.; WILLIAMS, M.; The Reability of selected pain provocation tests for sacroiliac joint pathology. **Spine**, v. 19, n. 11, p. 1243-1249, 1994.

LASLETT, M. et. al. B. Diagnosis of Sacroiliac Joint Pain: Validity of individual provocation tests and composites of tests. **Manual Therapy**, n. 10, v. 3, p. 207-218, 2005.

LAWSON, T. L. et. al. The sacroiliac joints: anatomic, plain roentgenographic, and computed tomographic analysis. **Spine**, v. 6, n. 2, p. 307, 1982.

LEE, D.; VLEEMING, A. **A cintura Pélvica: Uma abordagem para o exame e o tratamento da região lombar, pélvica e do quadril**. 2.ed. São Paulo: Manole, 2001.

LEINONEN V. et al. Back and hip extensor activities during trunk flexion/extension: effects of low back pain on rehabilitation. **Arch Physiol Med Rehab** v. 81 p. 32–37, 2000.

LEVIN, U. et. al. Reproducibility of manual pressure force on provocation of the sacroiliac joint. **Physiotherapy Research Internation**, v. 3, n. 1, p. 1-14, 1998.

MARINZECK, S. A.; EUGÊNIO, F. **A fisioterapia aplicada às disfunções pélvicas**. 1998. Faculdade de Fisioterapia. Pontifícia Universidade Católica Campinas, Campinas.

MEIJNE, W. et. al. Intraexaminer and Interexaminer of the Gillet Test. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, v. 22, n. 1, p. 4-10, 1999.

POZZEBON, P. M. G. **Mínima Metodológica**. Campinas: Alínea, 2004.

RICHARDSON C. A., et. al. The Relation Between the Transversus Abdominis Muscles, Sacroiliac Joint Mechanics, and Low Back Pain **Spine** v. 27, n. 4, p. 399–405, 2002.

ROBINSON, H. D. et. al. The reliability of selected and pain provocation tests for the sacroiliac joint. **Manual Therapy**, n. 11, v. 3, p. 211-218, 2006.

SAPSFORD R.R. et. al. Activation of the abdominal muscles is a normal response to contraction of the pelvic floor. Submitted, 1998.

SNIDJERS, C. J. et. al. Transfer of lumbosacral load to iliac bones and legs. 1 Biomechanics of self bracing of the sacroiliac joints and its significance for treatment and exercise. **Clinical Biomechanics**, v. 8, p. 295-301, 1993.

SOLONEN K A et. al. The sacro-iliac jint in the light of anatomical roentgenological and clinical studies. **Acta Orthopaedica Scandonavica Suppl** v. 26, 1957.

STURESSON, B. et. al. Movements of the sacroiliac joints: a rontgen stereophotogrammetric analysis. **Spine**, v. 14, n. 2, p. 162-165, 1989.

TANNER, J. Letter to the editor. **Spine**, v. 14, n. 22, p. 1673, 1997.

TOUSSAINT, R. et. al. Sacroiliac joint diagnostics in the Hamburg Construction Workers Study. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, v. 22, n. 3, p. 139-143, 1999.

UHTOFF H. K. et. al. Prenatal development of the iliolumbar ligament: **Journal of Bone and Joint Surgery** v.75 p.93-95, 1993.

VAN DER WURFF, P. et. al. Clinical tests of the sacroiliac joint: a systematic methodological review. Part 1: reliability. **Manual Therapy**, v. 5 n. 1, p. 30-36, 2000.

VAN DER WURFF, P. et. al. Clinical tests of the sacroiliac joint: a systematic methodological review. Part 2: validity. **Manual Therapy**, v. 5 n. 2, p. 89-96, 2000.

VLEEMING, A. et. al. The sacrotuberosus ligament: a conceptual approach to its dynamic role in stabilizing the sacroiliac joint. **Clinical Biomechanics**, v. 4, p. 201-203, 1989.

VLEEMING, A. et. al. Relation between form and function in the sacroiliac joint. Part 2: Biomechanical aspects. **Spine**, v.15, n.2, p. 133-136, 1990.

VLEEMING, A. et. al. Mobility in the sacroiliac joint in old people: a kinematic and radiologic study. **Clinical Biomechanics**, v. 7, p. 170-176, 1992.

VLEEMING, A. et. al. The posterior layer of the thoracolumbar fascia: its function in load transfer from spine to legs. **Spine**, v. 20, p. 753- 758, 1995.

VLEEMING, A. et. al. The function of the long dorsal sacroiliac ligament: its implication for understanding low back pain. **Spine**, v. 21, n. 5, p. 556-562, 1996.

VLEEMING, A. et. al. **Movement, stability and lom back pain**, 3. ed. Edinburgh: Churchill Livingstone, 1999.

WALKER, J. M. et. al; The sacroiliac joint: a critical review. **Physical Therapy**, v. 72, n. 12, p. 903-916, 1992.

WARWICK R.; WILLIANS P. **Gray's Anatomy**, 37. ed., London: Longman, 1989.

WEISL H et. al. The articular surfaces of the sacro-iliac joint and their relation to the movements of the saro. **Acta Anatomica** v. 22 n.1, 1954.

WEISL H et. al. The movements of the sacro-iliac joint. **Acta Anatomica** v. 23 n. 80, 1955.

WINGERDEN VAN J. P. et. al Stabilization of the sacroiliac joint in vivo: verification of muscular contribution to force closure of the pelvis: **European Spine Journal**, v.13, p. 199-205, 2004.