

2 Informações Anatômicas

Para se entender as deformações sofridas na região lombo-sacra durante a posição sentada é preciso detalhar o funcionamento dos grupos musculares envolvidos no equilíbrio do tronco sobre a pelve e os membros inferiores na bipedestação. Para tanto, foram consultados autores de anatomia, biomecânica e cinesiologia, descrevendo a organização da postura em pé no que se refere à região lombo-sacra.

Os autores e as suas teorias, apresentados na tabela 2.1, fazem parte da formação da pesquisadora, amadurecida no trabalho clínico de fisioterapia, na observação de pacientes com problemas ortopédicos e neurológicos.

Tabela 2.1. Sumário dos autores pesquisados em anatomia, biomecânica e cinesiologia*

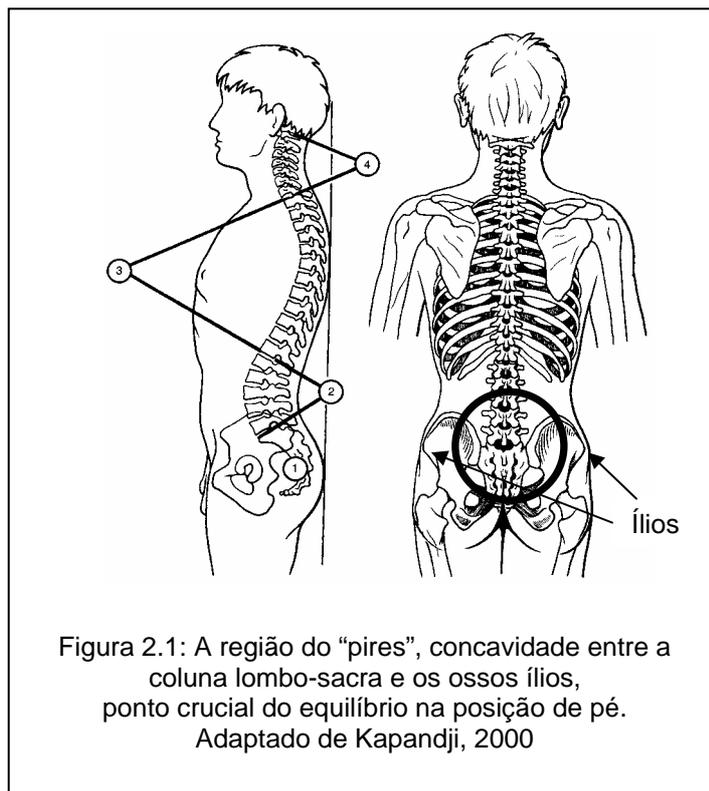
Autor	Assunto	Abordagem	Conclusões
(1)Kapandji (5ª ed, 2000)	Fisiologia articular	1.Esquemas de mecânica humana 2.Filogênese: evolução da espécie humana	A rigidez dos músculos pelvitrocantérianos piramidais da pelve é o principal fator de desconforto na postura sentada, ao desajustar a coluna sacro-lombar
(2)Kahle (1984)	Anatomia	Anatomia: Ossos e músculos do aparelho locomotor	
(3)Mézières (in:Cittone, 1999)	Fisioterapia, cinesiologia	1.Importância da lordose lombar 2.Perigo do fortalecimento de músculos antigravitários	
(4)Souchard (1980,1984, 1985, 1990, 1996, 2003)	Fisioterapia, cinesiologia	1.Pelve e coluna lombar: centros principais de ajustes no bípede 2.Músculos antigravitários e suspensores	
(5)Bienfait (1985, 1989)	Fisioterapia, osteopatia	Biomecânica, macro/micro movimentos de ajuste entre coluna vertebral, sacro, ílios e membros inferiores	

*Segundo modelo de Gall, Borg, 1996

Do ponto de vista anatômico, segundo os autores pesquisados, os ossos ílios e sacro, na pelve, são os pontos de partida dos músculos posteriores do tronco, antigravitários, que sustentam a coluna vertebral na posição de pé e na posição sentada sem apoio. A coluna lombo-sacra é superprotegida e geralmente está em hiperlordose pela ação conjunta dos músculos espinhais, diafragma e ílio-
psoas (Souchard 1980/1984/1985/1990/1996/2003; Bienfait 1985/1989; Kapandji 2000).

O cruzamento entre a coluna vertebral, na região lombo-sacra (linha vertical) e as articulações do sacro com os ílios (linha horizontal) forma uma concavidade semelhante a um *pires de chá* (Souchard 1984/1996/2003).

Encaixado entre a coluna lombar e os ílios no encontro dessas linhas, o sacro serve de amortecedor, com pequenos ajustes (Bienfait 1989), no ponto crucial – sagrado - do equilíbrio humano em bipedestação (figura 2.1).

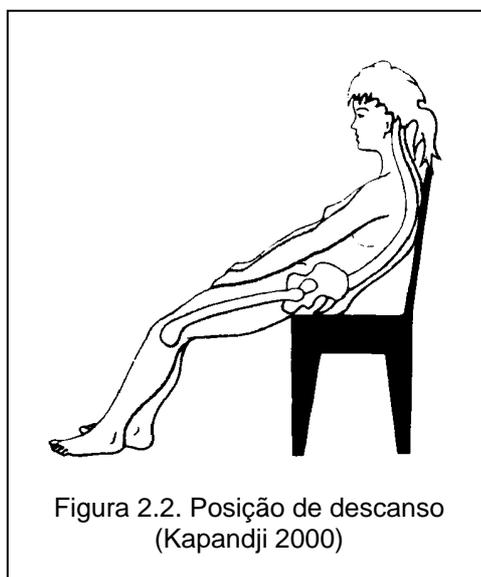


Na postura sentada, como se verá neste capítulo, esta concavidade sofre as deformações causadas pelas limitações de uma posição forçada entre o assento, o encosto e os braços das poltronas, por adaptações aos constrangimentos causados pela falta de espaço para os membros inferiores na classe econômica dos aviões e pelas tentativas de alívio das pressões nos tecidos sob as tuberosidades isquiáticas e sob a região lombar baixa.

Todos os autores estudados na revisão bibliográfica (tabela 2.1) concordam que, na maioria das pessoas, as regiões do *pires* e da lordose lombo-sacra são fisiologicamente muito rígidas, principalmente entre L4-L5 e L5-Sacro.

Esta região – o centro de equilíbrio do ser humano na bipedestação – é o recorte da pesquisa. O foco do capítulo de anatomia e cinesiologia é a rigidez fisiológica da pelve e da lordose lombo-sacra e as deformações a que estão sujeitas nas viagens aéreas longas.

A concavidade da lordose lombo-sacra mantém sua forma, por algum tempo, mesmo na posição sentada de repouso descrita por Kapandji, com *apoio ísquio-sacro* (figura 2.2), que leva “o tronco, totalmente girado para trás, a repousar sobre o espaldar da cadeira.”



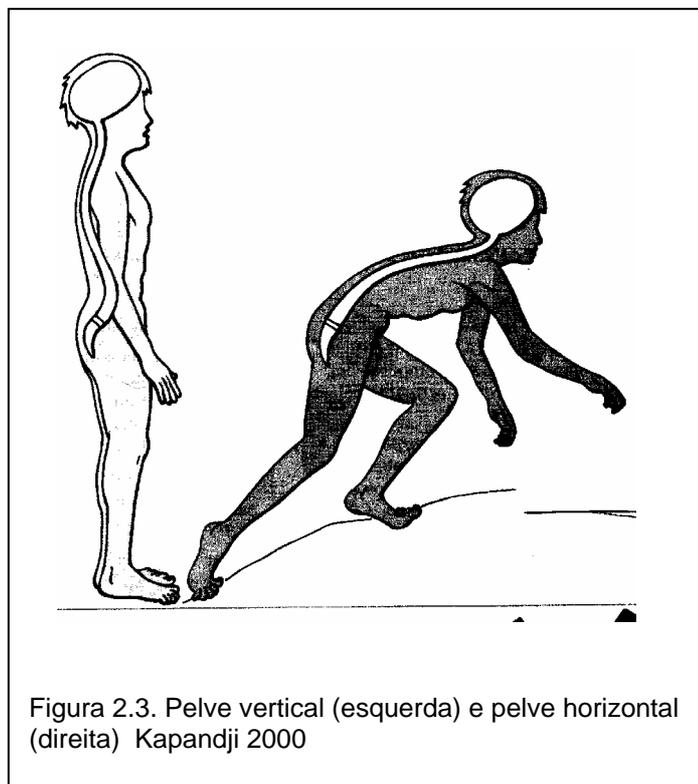
O apoio se realiza nas tuberosidades isquiáticas e na face posterior do sacro e do cóccix; a **pelve está em retroversão**, a **lordose lombar retificada**, a cifose dorsal aumentada e a cabeça pode cair para frente sobre o tórax, enquanto, ao mesmo tempo, a **lordose cervical se inverte** (Kapandji 2000).

Apesar de todas essas deformações, Kapandji diz que é uma posição de repouso que pode inclusive levar ao sono, porque esta posição relaxa os músculos posteriores da coluna lombar.

2.1

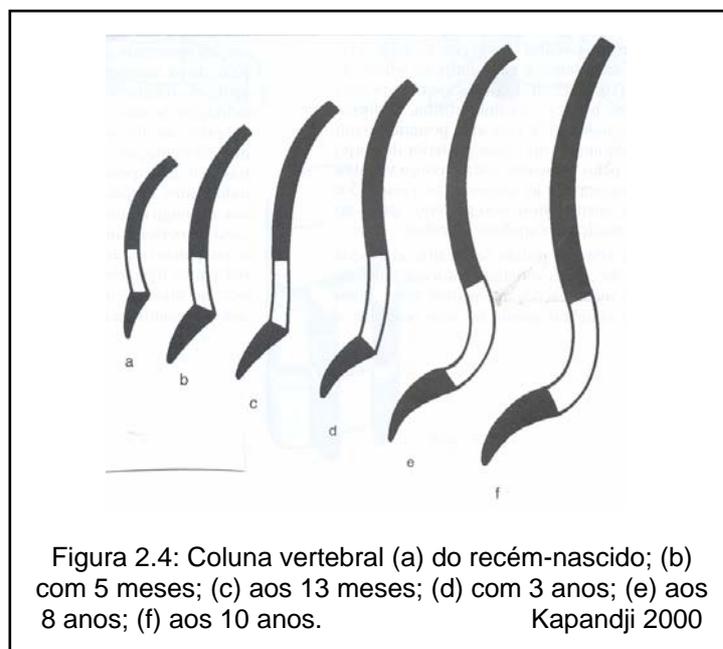
Anátomo-fisiologia e cinesiologia da bipedestação e sua influência na posição sentada

Para que se compreenda a importância da lordose lombo-sacra, num olhar breve sobre a evolução da espécie humana a partir dos pré-hominídeos, a passagem da posição quadrúpede até bípede foi gradualmente verticalizando a pelve, passando de um *flexo* de quadril para um quadril em extensão (figura 2.3). Fisiologicamente, esta mudança foi realizada pela adaptação dos músculos isquiotibiais, posteriores de coxa. Os isquiotibiais no ser humano são mais curtos que no quadrúpede.



No desenvolvimento da criança, em seu primeiro dia de vida, a coluna lombar é côncava para frente (Kapandji 2000). Com cinco meses a curvatura continua sendo ligeiramente côncava para frente e somente aos treze meses a coluna lombar se torna retilínea.

A partir dos três anos aprecia-se uma ligeira lordose lombar que vai se consolidar aos 8 anos e adotar sua curvatura definitiva aos 10 anos. Deste modo, a evolução do indivíduo é paralela à evolução da espécie (figura 2.4, segundo T.A Willis, citado por Kapandji, 2000).



Na sua formação muscular, ao dar os primeiros passos, a criança tem que enfrentar o problema de manter o equilíbrio da cabeça, proporcionalmente maior que a de um adulto. Ao mesmo tempo, deve trazer a linha de gravidade do conjunto de seus segmentos para o centro do polígono de sustentação, reduzido à zona de apoio dos pés (Souchart 1984), quando sai da posição *de gatas* para a posição de pé.

A passagem de quatro apoios para dois apoios, no início, é feita com os membros inferiores fletidos e os pés bem afastados (figura 2.5).

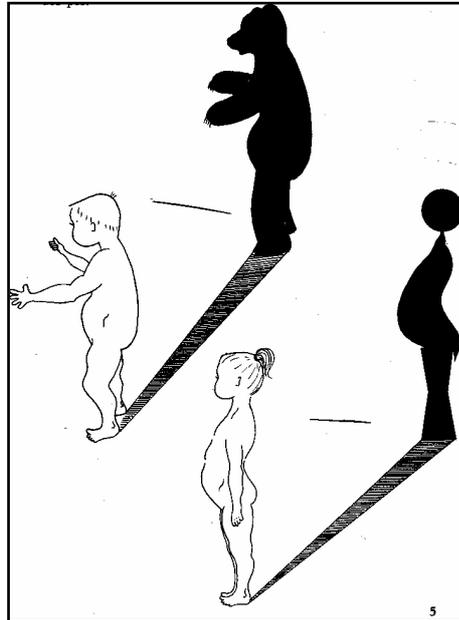
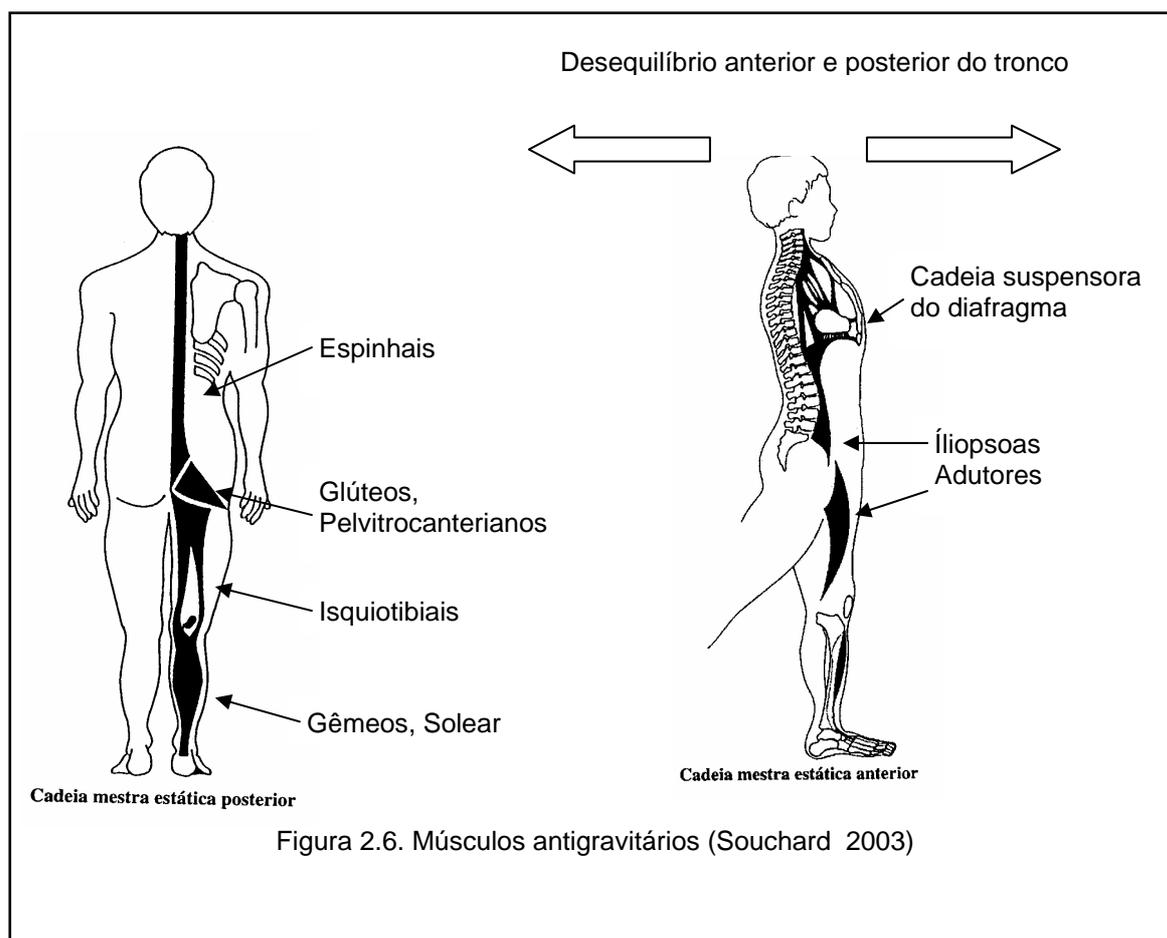


Figura 2.5: Primeiros passos (esquerda);
Posição equilibrada graças à lordose lombar (direita)
Souchard 1984

Aos poucos a criança vai adotando uma posição mais econômica e mais segura: as reequilibrações são garantidas pela coluna vertebral, liberando os membros inferiores, que se aprumam e se aproximam; o *flexo* do quadril desaparece quando ela consegue fixar a lordose lombar pela tração dos músculos iliopsoas (Souchard, 1984).

Como se verá mais adiante, os principais músculos envolvidos com o equilíbrio na posição em pé e na marcha são os isquiotibiais, os espinhais, os iliopsoas e internamente, o diafragma (Souchard 1984, Bienfait 1989). Os músculos da panturrilha, sinérgicos aos isquiotibiais na função de equilíbrio, estão relativamente relaxados na postura sentada, já que as articulações de origem e inserção- joelhos e tornozelos - estão em flexão (Kapandji 2000, Kahle 1984). A autora publicou artigo onde analisa o desequilíbrio muscular da panturrilha (Huet 2001).

O ser humano suporta desequilíbrios posteriores e anteriores do tronco sobre a pelve nas atividades de andar, correr, subir/descer escadas e ladeiras (Kapandji 2000, Hoppenfeld 1993). Os músculos iliopsoas fixam anteriormente a coluna lombar em lordose, prevenindo o desequilíbrio posterior; os isquiotibiais seguram a bacia em posição vertical, prevenindo o desequilíbrio anterior (figura 2.6). **A lordose lombar é, portanto, característica do ser mais evoluído do mundo em termos motores.**



Os ossos ílios e o sacro, na pelve, são os pontos de partida dos músculos posteriores do tronco, antigravitários, que sustentam a coluna vertebral na posição de pé e na posição sentada sem apoio. A coluna lombo-sacra é superprotegida e geralmente está em hiperlordose pela ação conjunta dos músculos espinhais, diafragma e ílio-psoas (Souchart, *ibidem*; Bienfait 1989; Kapandji 2000).

2.1.1 Os músculos antigravitários

Em 1947, a fisioterapeuta francesa Françoise Mézières observou em pacientes com queixas posturais que toda correção realizada na cifose, nos ombros ou nos membros inferiores levava a um aumento da lordose lombar ou da lordose cervical. Ao determinar então a correção da nuca junto à correção dos ombros, o tórax se bloqueava em inspiração (Cittone 1999). Compreendendo que a rigidez muscular poderia levar os diferentes segmentos do corpo a perderem sua autonomia em relação aos níveis adjacentes, Mézières elaborou alguns princípios: *“il n’est que des lordoses, la lordose est une nécessité, la rotation interne des racines des membres prédomine, toute compensation lors d’une correction est de type lordotique”* [só existem lordoses, a lordose é uma necessidade, a rotação interna das raízes dos membros predomina, toda compensação a partir de uma correção vai na direção da lordose, em tradução livre] (Cittone 1999). Entre os autores de biomecânica escolhidos para essa pesquisa, Philippe-Emmanuel Souchard, em um de seus primeiros livros, *“Gymnastique Posturale et Technique Mézières”* (s.d), conta como Françoise Mézières, em 1949, afirmava ser preciso alongar os músculos espinhais e sobretudo flexibilizá-los no segmento que forma a lordose lombar na postura de pé.

Como já se disse, a rigidez fisiológica da lordose lombo-sacra, por sua ação antigravitária e sua deformação durante as viagens aéreas são os focos deste capítulo. A deformação decorre da tentativa de alívio dos constrangimentos causados pela **rigidez fisiológica dos grupos musculares antigravitários** e da fuga da pressão sobre os tecidos da pelve provocadas pelo **peso do corpo sobre as tuberosidades isquiáticas**.

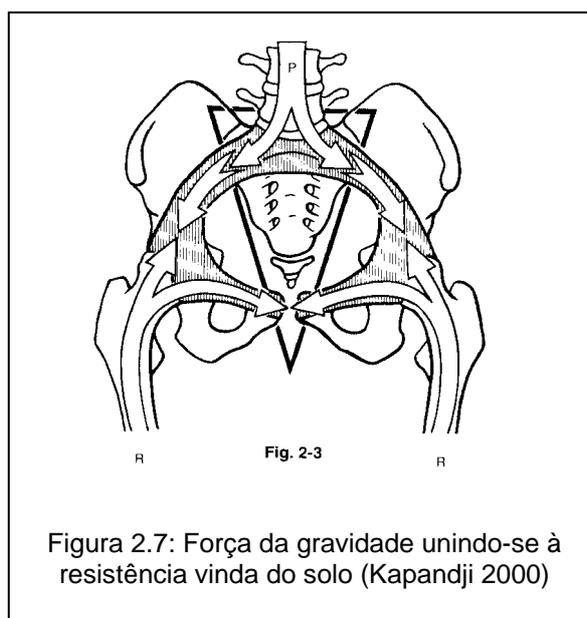
Segundo Souchard (1980, 1985), ao estudar a biomecânica do ser humano observa-se que o equilíbrio está constantemente mudando durante a marcha. A pelve e a coluna lombar, a região do ‘pires’ da figura 2.1, são os centros principais de ajustes na posição de pé e ao caminhar.

Na postura de pé, a coluna vertebral se ergue a partir da fixação da bacia, contra a força da gravidade que a desloca habitualmente para frente. Souchard

afirma que, por isso, os músculos posteriores, os espinhais, são muito mais numerosos e mais fortes que os músculos anteriores, os abdominais.

Situadas entre as forças ascendentes do solo e as forças descendentes da gravidade, as articulações sacro-ilíacas da pelve formam um sistema de ajuste. Kapandji (2000) as descreve como articulações de escassa mobilidade, enquanto Bienfait (1989) e Souchard (*ibidem*) as consideram um sistema de ajuste importante, descrevendo o sacro como um osso sesamóide que serve de amortecedor entre a coluna lombar e os ossos ílios.

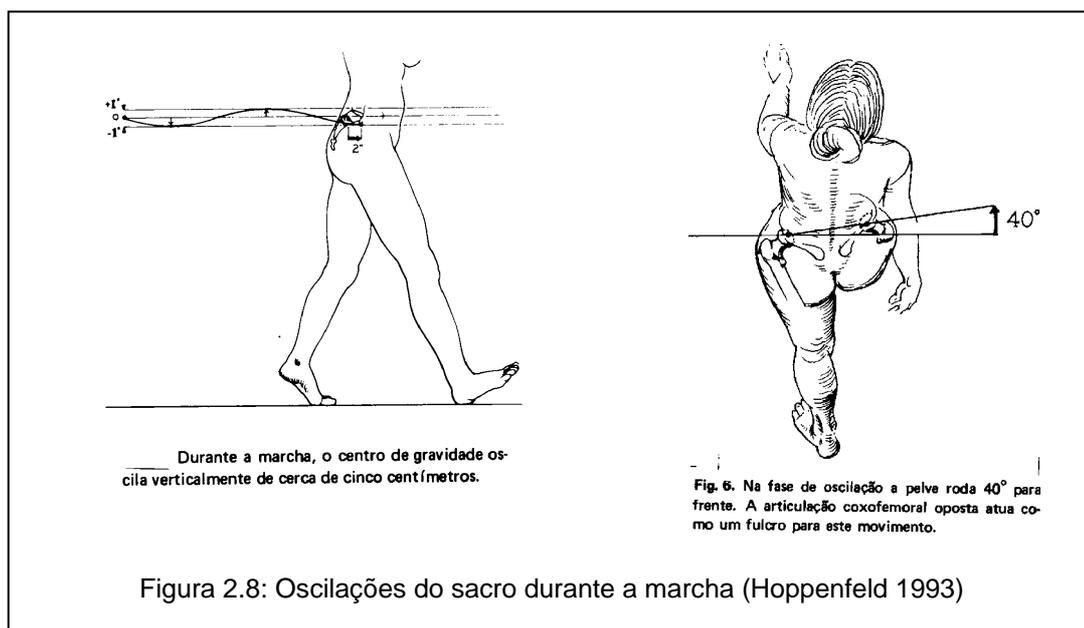
Na posição em pé ou na marcha a gravidade age de cima para baixo, através da coluna vertebral, até o sacro. Daí ela se divide em duas forças para os acetábulos, onde as forças se encontram com a resistência vinda do solo (fig 2.7).



O equilíbrio durante a marcha é constantemente modificado, exigindo mudanças de força nos grupos musculares para um balanceio harmonioso. Estas são afirmações comuns a todos os autores citados na bibliografia (tabela 2.1). Embora seja mais fácil se visualizar o peso da gravidade como uma ação de cima para baixo, é importante que se *olhe* também de baixo para cima, para compreender a ação dos músculos na posição de pé e na marcha, a partir do apoio sobre os pés. O equilíbrio na postura de pé, então, começa nos músculos dos membros inferiores, primeiro os gêmeos e o solear, na panturrilha (figura 2.6).

Estes se encadeiam com os isquiotibiais, que sustentam a pelve em posição vertical, somando-se com a concavidade da lordose lombo-sacra, formada pela tração dos iliopsoas em carga. A pelve equilibra o tronco com seus prolongamentos: cabeça e membros superiores.

Bienfait pondera que a cintura pélvica tem movimentos habituais de ante/posteroversão no plano sagital e de torção sobre seu eixo no plano frontal durante a marcha. Se a pelve (ílios e sacro) fosse uma peça rígida não resistiria a essas torções repetidas (figura 2.8).

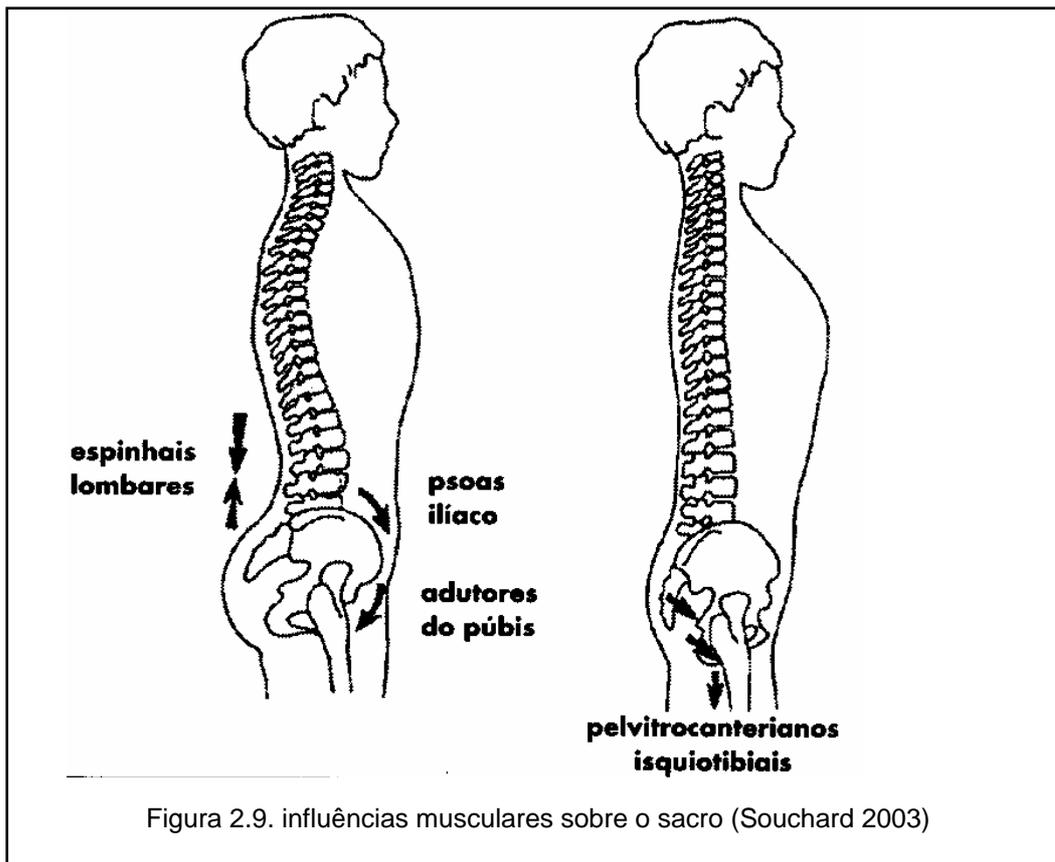


Limitada por ligamentos muito fortes, segundo Bienfait, ou pelos músculos lombares e pélvicos, segundo Souchard, o sacro e o cóccix se colocam na concavidade apelidada de *pires*, entre os ossos ílios e as vértebras lombares. Na visão de Souchard, o sacro pode estar mais horizontalizado por influência dos músculos espinhais e iliopsoas, ou verticalizado pelo freio dos músculos pelvirocaterianos piramidais da pelve e do períneo (figura 2.9).

No sujeito sentado o equilíbrio na postura em pé e na marcha são as determinantes dos encurtamentos pélvicos e lombares aqui descritos.

Souchard (1984, 1996, 2003) e Bienfait (1989) acreditam que os músculos antigravitários enrijecidos, encurtados pelo uso constante, são responsáveis pela pouca mobilidade da coluna vertebral.

Observando a figura 2.9, pode-se ver como o equilíbrio da pelve sobre os membros inferiores na posição em pé se dá graças aos músculos isquiotibiais/glúteos/pelvitrocanterianos (figura à direita), que impedem o desequilíbrio **anterior** da pelve, enquanto os músculos psoasílicos/adutores (figura à esquerda) impedem seu desequilíbrio **posterior**.

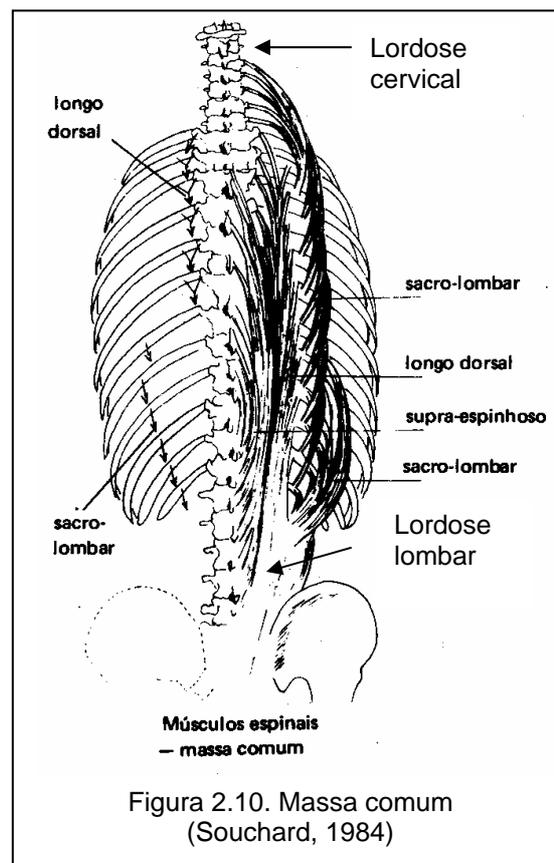


Da pelve para cima, repetindo, os ossos ílios e o sacro são os pontos de partida para os músculos sacroespinhais, que sustentam a lordose da coluna vertebral, numa relação antagonista/complementar com os músculos iliopsoas (Souchard 1984). Na relação antagonista/complementar o antagonismo entre movimentos opostos se faz em harmonia, evitando ajustes bruscos. No caso presente, a lordose modelada pelo iliopsoas anteriormente se complementa pela força dos músculos espinhais, posteriormente. Os músculos serão analisados mais adiante. Internamente, o diafragma é um músculo em forma de cúpula, fixado por suas raízes à coluna lombar e suspenso por um feixe tendinoso à base do crânio e

à coluna cervical. A ação do diafragma e seu sistema suspensor serão descritos no item 2.1.4.

2.1.2 Coluna vertebral e pelve

A sustentação do tronco e da cabeça contra a gravidade é feita pelos músculos espinhais, da pelve para cima (como já se viu na figura 2.6), tanto num bípede instável, um urso, como no ser humano. A diferença está na maior liberdade das mãos e do olhar, que favoreceu o uso do cérebro na espécie humana. O urso se coloca em pé por curtos períodos, com uma cifose total das regiões lombar e dorsal da coluna vertebral, e precisa apoiar os membros anteriores para andar ou correr com desembaraço. A coluna vertebral é acompanhada pelos músculos espinhais pluriarticulares (figura 2.10), a partir do sacro e dos ílios (Souchard 1984, 2003).



Estes sobem até o occipital e estão dispostos de tal modo que se pode descrever um tronco lombar (massa comum) perdendo ramos à medida que sobe pelas costas, e um ramo cefálico perdendo ramos à medida que desce pelas costas. Logo, a maior implantação de músculos espinhais situa-se nas zonas lordóticas (lordose lombar, lordose cervical). A massa carnosa lombar é, mais precisamente, de finalidade estática, enquanto a massa cervical garante também a mobilidade da cabeça e preserva a horizontalidade do olhar. A estabilidade vertebral é mantida em todas as suas fisiologias (antero ou pósterio-flexão, látero-flexão e rotação) pela massa comum, pelos interespinhosos, pelos intertransversários e pelos supra-espinhosos (músculos curtos entre as vértebras). A coaptação intervertebral, no nível nas apófises articulares posteriores, é garantida principalmente pelo transversário espinhoso, que *amarra* as vértebras entre si. A estabilidade vértebro-costal é realizada pelo músculo longo dorsal, que se estende da massa comum até a apófise transversa da primeira dorsal, assegurando a sustentação muscular entre a vértebra e a costela adjacente. Nisso, ele é ajudado pelos músculos intercostais externos. O músculo sacro-lombar (figura 2.10), que vem da massa comum até a terceira vértebra cervical, fixa as costelas às vértebras (Souchard 1984, 2003).

2.1.3 Coluna vertebral, pelve e membros inferiores

a) Isquiotibiais

Os músculos isquiotibiais sustentam a bacia numa posição vertical. O encurtamento dos isquiotibiais é consequência natural no bípede (Souchard 1980, 1986, Bienfait 1989). Para a maioria das pessoas não é possível manter a posição sentada ereta com as pernas estendidas (figura 2.11).

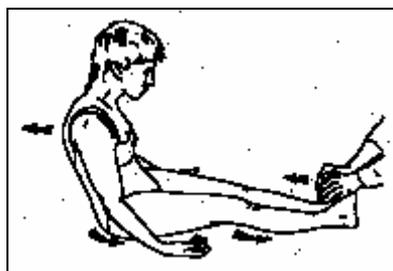


Figura 2.11. Rigidez dos músculos isquiotibiais (Souchard 1996)

Os músculos isquiotibiais, ou posteriores da coxa (figura 2.12 e 2.13), são constituídos pelos músculos bíceps crural (*M. biceps femoris*), semi-tendinoso (*M. semi-tendinosus*) e semi-membranoso (*M. semi-membranosus*).

O músculo bíceps crural (1) se compõe de uma longa porção biarticular e de uma curta porção uniarticular. A longa porção (*Caput longum*) (2) tem origem na tuberosidade isquiática (3), tendo um feixe em comum com o semi-tendinoso. A curta porção (*Caput breve*) (5) nasce no terço médio da face externa do fêmur. As duas porções se reúnem e se inserem na cabeça da fíbula (perôneo) (7).

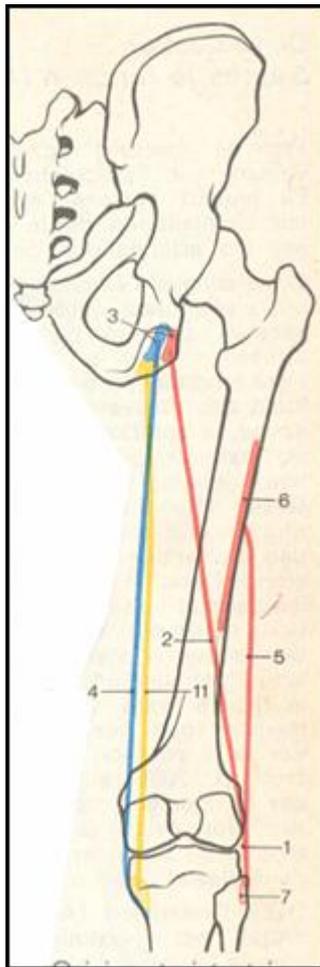
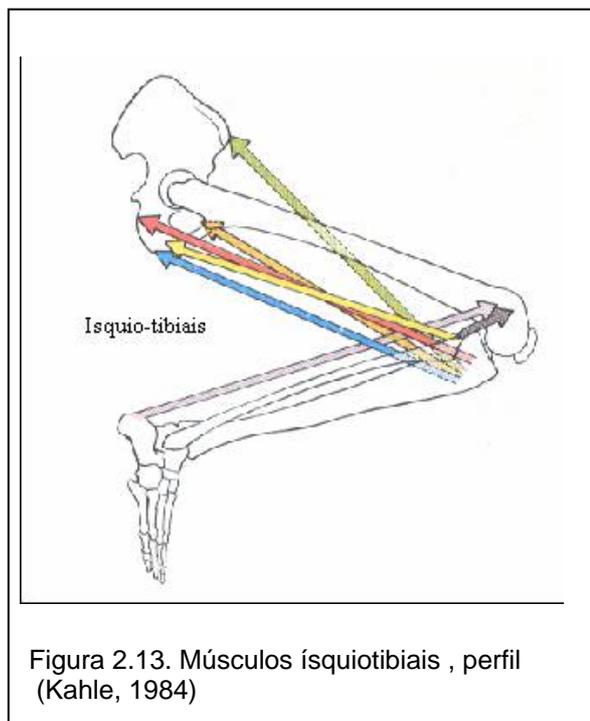


Figura 2.12: músculos isquiotibiais, vista postero-anterior (Kahle 1984)

O músculo semi-tendinoso (4) nasce na tuberosidade isquiática e se dirige para a face interna da tíbia, onde se insere através do tendão apelidado *pata de ganso*. O músculo semi-membranoso (11) nasce na tuberosidade isquiática e seu

tendão terminal se divide em tres partes que se dirigem para frente através da tuberosidade interna da tíbia, da aponeurose poplítea e da parede posterior da cápsula articular do joelho, respectivamente (Kahle 1984).

Kapandji (2000) diz que é mais fácil manter uma flexão de quadril se o sujeito estiver com os joelhos fletidos.



“A posição do joelho (..) intervém na amplitude da flexão do quadril: quando o joelho está estendido a flexão não passa dos 90°, ao passo que quando o joelho está flexionado atinge ou ultrapassa os 120° de flexão de quadril (Kapandji, 2000, volume II, p 14)”.

Na postura sentada, o tônus elevado dos músculos isquiotibiais leva o sujeito a uma necessidade automática de flexão dos joelhos ou de rotação posterior da pelve para relaxar a tração que os músculos exercem sobre a tuberosidade isquiática. Na postura sentada, portanto, os isquiotibiais estão mais confortáveis com os joelhos fletidos e/ou com a pelve em posteroversão. Isto porque, na postura sentada, livres do apoio em carga sobre os pés, os isquiotibiais se recolhem por efeito do tônus muscular, como elásticos, aproximando a parte mais leve e solta, a tíbia, da coxa.

O reforço dos músculos isquiotibiais pelo uso constante provoca uma rotação medial (interna) nos joelhos em carga, aumentando a demanda dos

pequenos mas fortes músculos pelvitrocantarianos **piramidais da pelve**, rotadores laterais (externos) de quadril, associados ao grande glúteo. Essa ação vai equilibrar o membro inferior entre uma rotação medial e uma rotação lateral (Souchar 1984) – *andar de Carlitos X andar de papagaio*. Na postura de pé e na marcha os dois músculos pelvitrocantarianos piriformes juntos verticalizam o sacro, limitando a horizontalização (figura 2.9) que acompanha a rotação anterior de bacia (Bienfait 1989).

b) Piramidal da pelve

O músculo piriforme, ou piramidal da pelve (*M. piriformis*) nasce no bordo da incisura ciática maior e na face anterior do sacro e se fixa no bordo superior do trocanter maior do fêmur (Kapandji 2000). Ao sofrer os constrangimentos posturais impostos pelas limitações da poltrona, o músculo *piramidal da pelve*, estirado, pode causar perturbações no nervo ciático, assim como, possivelmente, pressiona algumas artérias e veias importantes da pelve e dos membros inferiores. O nervo ciático faz o mesmo percurso que os vasos sanguíneos (figura 2.14, figura 2.15).

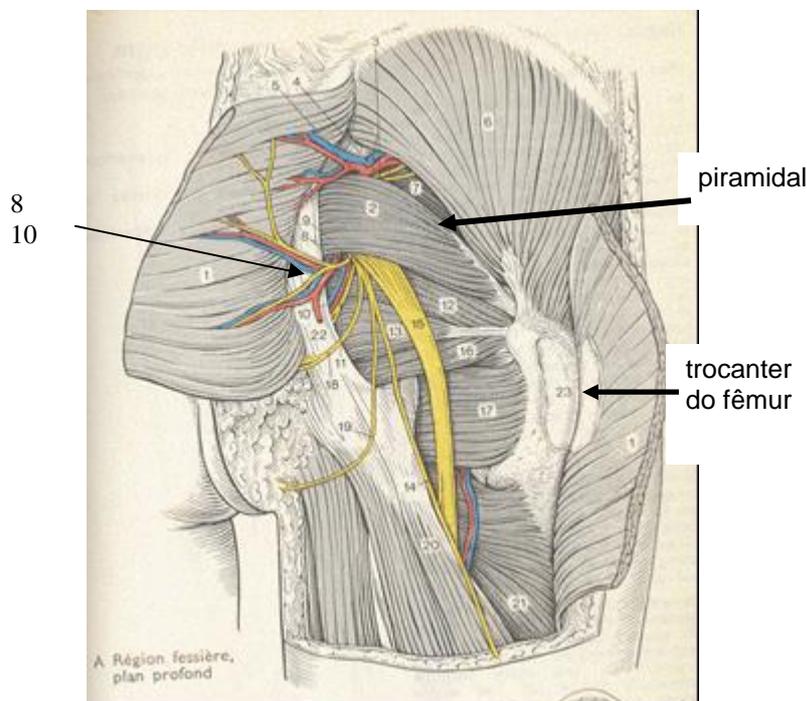
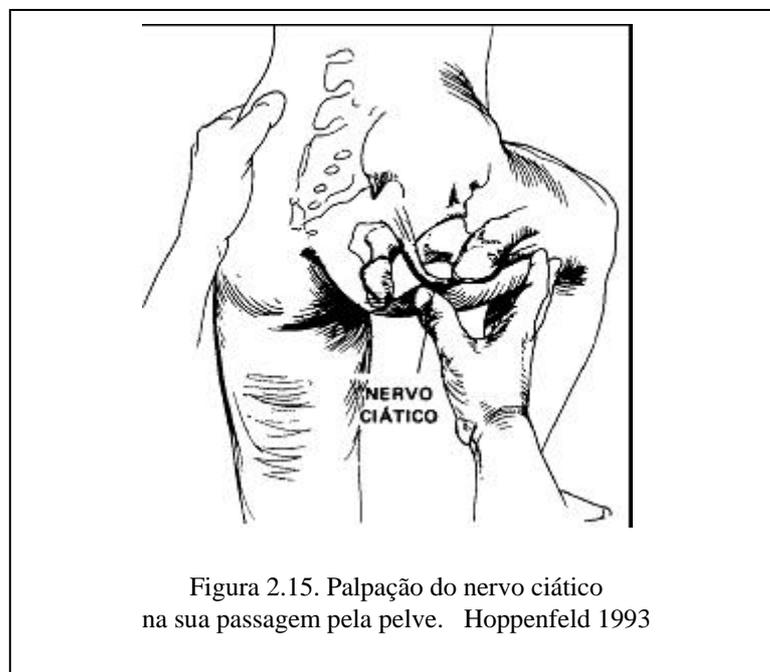


Figura 2.14. Pelve direita: Músculo grande glúteo seccionado (1). Nervo ciático (15). passagem do nervo ciático, artérias e veias sob o músculo piramidal da pelve (2). Artéria e veia glútea inferiores (8), artéria e veia pudendas internas (10). Kahle 1984

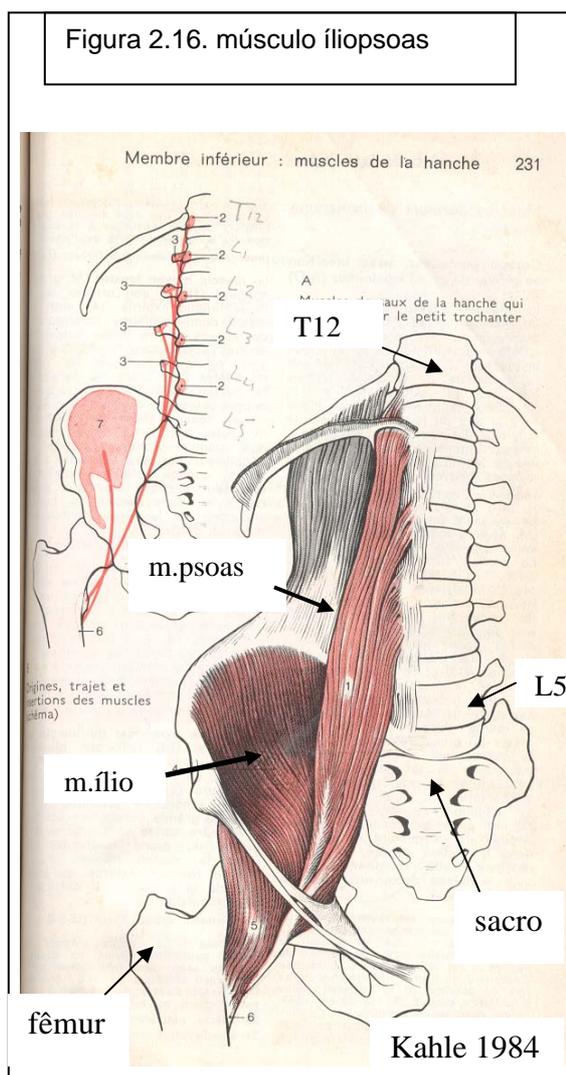
Desenvolvendo a hipótese levantada nesta pesquisa, os **constrangimentos músculo-esqueléticos** causados por ajustes na postura sentada, juntamente com a **imobilidade prolongada** das viagens longas, provocam dores e desconforto nos usuários em função de **deformações na lordose fisiológica da coluna lombosacra**, agravando patologias como o sofrimento por compressão, principalmente do nervo ciático nas suas raízes (hérnia de disco), o sofrimento por compressão do nervo ciático no seu trajeto pela pelve - *ciática não radicular* (figura 2.15) - e o constrangimento circulatório provocado pela compressão das grandes veias que passam pela região posterior da pelve.



Na postura sentada a pressão do peso do corpo fixa a pelve contra o assento, levando os músculos piramidais da pelve a buscarem o relaxamento nas suas duas extremidades: **abrindo os joelhos em rotação lateral de quadril, ou fazendo a rotação posterior da pelve.**

c) Músculo Iliopsoas (*M. psoas*)

Divide-se em um plano superficial e em um plano profundo (figura 2.16). O plano superficial se insere sobre as faces laterais da 12^a vértebra dorsal, da 1^a à 4^a vértebras lombares, e também sobre os discos intervertebrais correspondentes. No plano profundo se insere sobre as apófises costiformes da 1^a à 5^a vértebras lombares. O músculo psoas se une ao músculo ílio formando o **músculo iliopsoas** (*M. iliopsoas*) que se fixa ao pequeno trocanter do fêmur (Kahle 1984).



O músculo psoas é um músculo pluriarticular que permite uma grande amplitude de elevação de quadril. O músculo ílio é um flexor potente da mesma articulação. Os dois músculos em conjunto, na posição deitada, agem elevando a porção superior do tronco ou a metade inferior do corpo (Kahle 1984).

Na marcha e na posição de pé o músculo iliopsoas deve ser observado em sua ação entre o fêmur e o sistema pelve/coluna lombar, partindo de baixo para cima, ou seja, a partir dos pés apoiados até a região lombar. Ele é o principal responsável pela fixação da lordose lombar do ser humano, graças à qual o ser humano tem uma liberdade de ação com as mãos e com o olhar diferente do quadrúpede. Essa fixação em carga, isto é, na posição de pé, com o passar dos anos determina um enrijecimento fisiológico dos músculos antagonistas/complementares da lordose lombo-sacra. Esses músculos, os espinhais, se amoldam à lordose criada pelos iliopsoas (Souchard 1980; Bienfait 1989).

Pode-se considerar que no passageiro sentado relaxado, sem o apoio nos pés da posição em carga, a dinâmica dos músculos iliopsoas e adutores se inverte: os músculos iliopsoas e adutores, livres do apoio dos pés, se recolhem como elásticos, da mesma maneira que os isquiotibiais, levando o membro inferior à flexão, abdução e rotação lateral (externa) de quadril pela ação do tônus elevado desses músculos (figura 2.17).



Figura 2.17. O conforto para os iliopsoas e adutores

2.1.4

O músculo diafragma – o ‘pires’ visto por dentro

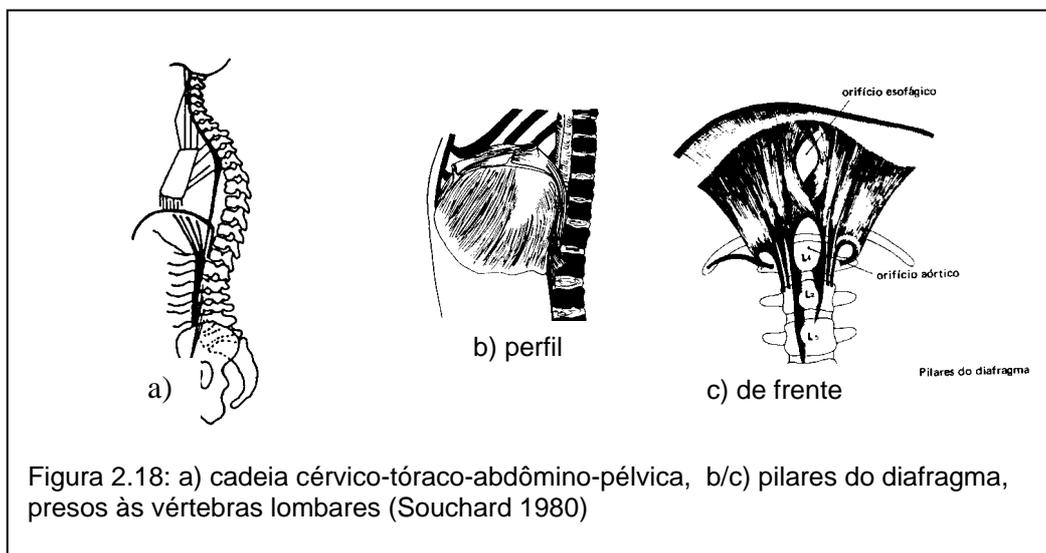
a) Função

Segundo Souchard, 1980, a existência do ser humano depende de funções hegemônicas como a circulação e a digestão. São funções essencialmente vegetativas, automáticas, sem ação voluntária. A exceção é o músculo diafragma, essencial como os outros, possuindo porém os comandos automático e voluntário. Enquanto está no domínio automático inconsciente o diafragma garante a

sobrevivência, atuando nos níveis respiratório, circulatório e digestivo, com sua ação de bomba ritmada. Nas funções menos vitais à vida como a fonação ou a estática o comando voluntário pode dosar a graduação de tensão e ritmo, na fala, ou pode tensionar o diafragma e seus pilares para proteger a região lombar, mantendo sua forma ao elevar pesos grandes. Em situações extremas o automatismo domina, como o afogado que “inspira” água.

A caixa torácica é o continente, os alvéolos pulmonares o conteúdo. Quando o continente aumenta, o conteúdo se dilata sob influência da pressão atmosférica. A caixa torácica aumenta lateralmente e elevando-se para frente, e o continente se expande em suas três dimensões (Bienfait 1989).

Internamente, colaborando para a preservação da lordose lombar, o diafragma é um músculo em forma de cúpula localizado na base do pulmão, bombeando o ar inspirado. A cúpula diafragmática é suspensa por um feixe tendinoso potente fixado desde a base do crânio e a coluna cervico-dorsal até a quarta vértebra dorsal. O feixe fibroso prossegue sob o diafragma, formando pilares que se inserem nas vértebras e discos lombares, puxando a região lombar para frente (figura 2.18).



É interessante observar que, ao se levantar um peso grande com as mãos, bloqueia-se a respiração para fixar a lordose da região lombar e, por meio dos pilares do diafragma, puxar os discos intervertebrais para frente, evitando o pinçamento posterior das raízes nervosas.

b) Anatomia

O diafragma é um tabique músculo-aponeurótico que separa as duas cavidades: torácica (acima) e abdominal (abaixo). Mecanicamente pode ser dividido em duas zonas anatômicas: centro tendíneo e parte muscular contrátil. Ele é parte de uma cadeia que vai praticamente da cabeça aos pés, numa função estática de suspensão (figura 2.19). No trecho superior desta cadeia todas as aponeuroses convergem numa formação tendinosa que nasce na base do crânio e vai chegar no diafragma, dando as formas e os limites tanto à cúpula diafragmática como aos outros órgãos ligados a ele - vértebras cervicais, faringe, coração, estômago (Bienfait 1989).

c) Sistema suspensor do diafragma

As inserções dos pilares do diafragma se juntam às inserções do músculo psoas e do transverso do abdome formando uma rede muito resistente para a sustentação da cadeia músculo-tendinosa que segue até os pés. A cadeia cervico-tóraco-abdomino-pélvica ou grande cadeia mestra anterior é descrita por Bienfait e Souchard, das escolas de Osteopatia e Reeducação Postural Global. Começa no pescoço pela aponeurose profunda, preso por um conjunto aponeurótico, fascial e ligamentar desde a base do crânio e coluna cervico-dorsal até a quarta vértebra dorsal (figura 2.19).

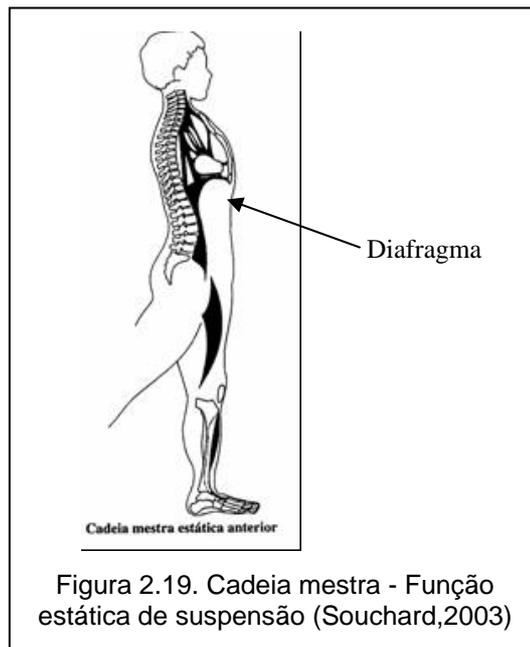
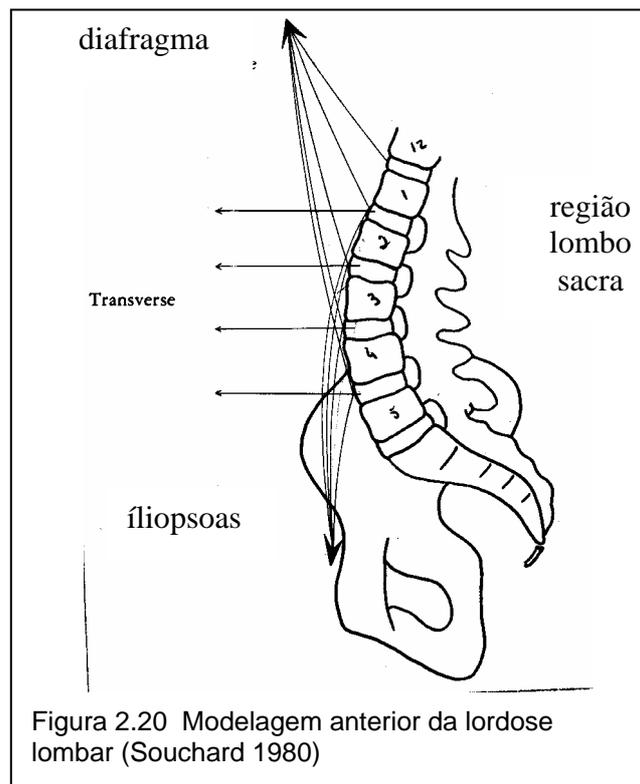


Figura 2.19. Cadeia mestra - Função estática de suspensão (Souchard,2003)

Sob o diafragma, os pilares do diafragma, muito mais tendinosos que musculares, se fixam à coluna lombar (Souchard 1980 e Bienfait 1989). O pilar direito se insere sobre a face anterior de L2 e L3 e sobre os discos L1/L2, L2/L3, L3/L4. O pilar esquerdo se insere sobre o corpo de L2 e os discos L1/L2 e L2/L3. As inserções desses pilares sobre as vértebras e discos lombares se fazem junto às inserções do músculo iliopsoas e fornecem uma sólida implantação às fâscias ilíacas que descem até os membros inferiores (figura 2.20).



Nesse nível são duas cadeias laterais ou dois feixes músculo-tendinosos que prosseguem até os pés. No ser humano na posição de pé o músculo ílio psoas é co-responsável pelo equilíbrio da pelve sobre os membros inferiores. **A amarração músculo-fascial oferecida pela cadeia tanto no sentido da cabeça como na direção dos pés fixa fortemente a região lombar na concavidade anterior denominada lordose lombar** (Bienfait 1989). Essa fixação, com o passar dos anos, determina um enrijecimento fisiológico em toda a cadeia do diafragma.

d) As costelas

Na inspiração profunda, a tração exercida pelo sistema suspensor do diafragma coloca em jogo os músculos espinhais (posteriores do tronco) pelo mecanismo de pré-tensão (Souchard 1980). Os pequenos músculos interespinhosos da coluna vertebral são os principais responsáveis pela inspiração, ao levar a coluna vertebral à póstero-flexão, abrindo o gradil costal anteriormente como uma sanfona. Essa ação é auxiliada pela tração para baixo (rotação externa) que os músculos longo dorsal e sacro lombar fazem sobre o pequeno braço da costela (figura 2.21).

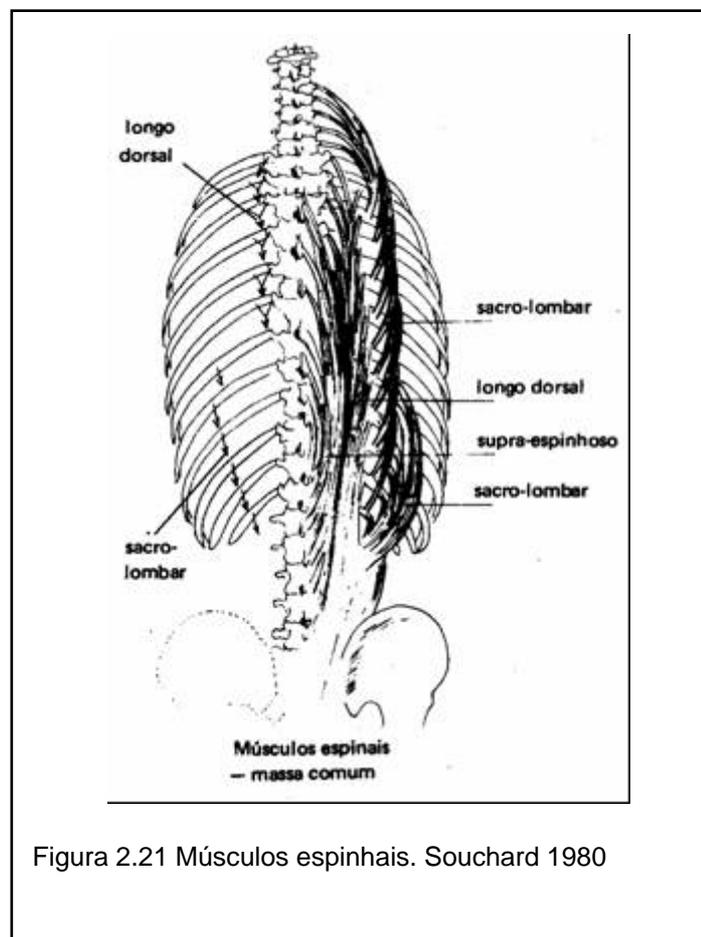


Figura 2.21 Músculos espinhais. Souchard 1980

O ângulo de 90° entre o pequeno e o grande braço da costela transforma essa rotação em elevação do grande braço da costela. O grande dorsal e o sacro lombar agem assim a partir de baixo, de ponto fixo em ponto fixo costal, como a cordinha ao abrir uma veneziana. A contração inspiratória através dos espinhais pode se estender até a primeira vértebra dorsal e respectiva costela pelo músculo

longo dorsal que termina em D1 e pelo músculo sacro lombar cujos feixes inferiores podem se contrair independentemente do feixe superior. A fixação dos músculos espinhais, com o passar dos anos, determina um enrijecimento fisiológico na região dorsal e sacro-lombar (Souchard 1980).

2.2

Discussões – aplicações à pesquisa

2.2.1

Efeitos da rigidez dos músculos antigravitários da região sacro-lombar na postura sentada reclinada

Uma suposição a que se chega a partir da revisão bibliográfica da presente pesquisa é que **a extrema rigidez dos músculos pelvirocaterianos piramidais da pelve** é o principal fator de desconforto na postura sentada. Já os músculos isquiotibiais dependem da posição dos joelhos. O assunto foi motivo de artigo publicado em revista científica (Huet 2002), tendo este sofrido alterações com a continuação da pesquisa.

a) Músculos Isquiotibiais

Pode-se considerar que a posição de conforto para os isquiotibiais é uma posição com os joelhos fletidos ou com a pelve em posteroversão. A posição favorável para o relaxamento dos isquiotibiais é com os joelhos em flexão, como na figura 2.13.

Em joelhos com problemas de mobilidade, o passageiro, provavelmente, buscará a folga também no outro extremo do músculo isquiotibial, a tuberosidade isquiática da pelve, que se coloca em posteroversão. Nas poltronas de aviões, assim como em outras cadeiras de descanso, pessoas que precisam estender os joelhos ou colocar as pernas estendidas para cima vão, necessariamente, fazer uma rotação posterior de pelve para relaxar os isquiotibiais.

b) Piramidais da pelve

Os piramidais da pelve estão extremamente constrangidos pelas limitações das poltronas, impostas pelo ângulo entre encosto/assento, pela largura do assento e dos braços da poltrona e pelo pequeno espaço disponível para os membros inferiores, obrigados a uma grande flexão de joelhos e quadril nas pessoas mais

altas. Para homens altos, a poltrona dos aviões é baixa e curta demais. Eles têm a rotação da pelve limitada pelo encosto da poltrona e pela situação da pelve mais baixa que os joelhos, sofrendo pelo constrangimento extremo a que são submetidos seus músculos piramidais. Nos homens, mais tônicos, a rigidez dos músculos piramidais é maior que nas mulheres devido à conformação diferente dos ossos da bacia, levando a uma maior necessidade de rotação lateral (externa) na postura sentada. Isto é visível num auditório ou nas conduções públicas, onde os joelhos dos homens estão mais separados.

Já nas mulheres, provavelmente, o conforto é obtido pela posição dos membros inferiores cruzados, que, além de ser uma postura socialmente elegante, faz com que os músculos piramidais e glúteos estejam em tensão isométrica, aumentando o tônus e a conseqüente sustentação sob as protuberantes tuberosidades isquiáticas. Por outro lado, esta posição pode aumentar o desconforto em problemas de retorno venoso, como em varizes, sendo particularmente desaconselhável em viagens longas, aumentando o risco da trombose venosa profunda.

As posições de conforto para os piramidais seriam a de Buda, a de montaria a cavalo, a de uma perna cruzada sobre a outra coxa, ou com os joelhos bem afastados, todas favorecendo a rotação lateral (externa) de quadril.

c) Músculo Diafragma

Na revisão da presente pesquisa, como todos os músculos antigravitários, o sistema suspensor do diafragma pode estar enrijecido pelo uso constante (Souchard 1980, 1984, 1985, 1990, 1996,2003; Bienfait 1985, 1989). Na viagem de avião, na postura sentada prolongada, o passageiro sofre os agravantes da tensão pela excitação e ansiedade em relação ao passeio ou tarefa a ser executada; neste caso todo seu sistema físico e mental está alterado, tendo que lidar às vezes com um estômago cheio, o que só aumenta o desconforto da pressão sob o diafragma.

d) Iliopsoas e adutores

Na postura sentada, a parte inferior à cadeia suspensora do diafragma, o músculo iliopsoas e os músculos adutores, estão relaxados. Os músculos espinhais, sinérgicos ao diafragma na ação da inspiração, sinérgicos ao psoasíliaco na fixação da lordose lombar, entretanto, estão constringidos contra o encosto em sua ação de elevação das costelas (figura 2.22).

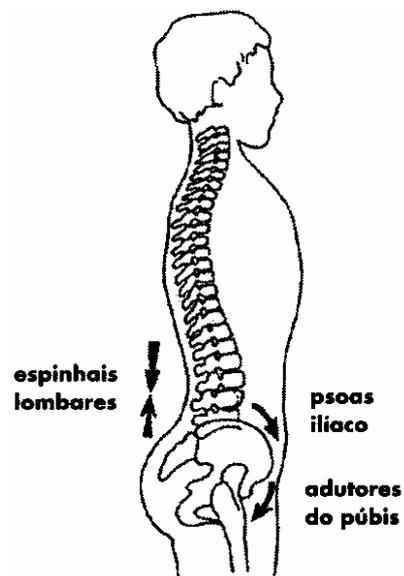


Figura 2.22. Sinergia psoasíliaco / espinhais (Souchard 2003)

2.2.2 Conclusão

Os construtos identificados na revisão bibliográfica em anatomia e cinesiologia são os efeitos da rigidez dos músculos antigravitários sobre a região de ajuste de equilíbrio do corpo humano – a pelve – cujo centro é o osso sacro. A ligação do sacro com a coluna lombar e com os membros inferiores *amarram* o ser humano fortemente na região apelidada de “pires” por Souchard (1980).

As limitações oferecidas pela poltrona limitam os movimentos do passageiro, forçando a flexão de quadril e a rotação medial (interna) dos joelhos, tendo como provável consequência a inversão da lordose lombo-sacra.

O capítulo mostrou como os **músculos piramidais** podem ser mais constrangidos que os isquiotibiais na posição sentada, limitados pelo espaço da poltrona (largura, altura e profundidade). Os isquiotibiais têm uma pequena folga com a flexão dos joelhos, enquanto os piramidais esbarram na impossibilidade de abertura dos joelhos, de rotação posterior de pelve ou, nas pessoas altas, na pequena altura do assento. O constrangimento dos músculos piramidais, encurralados pela poltrona, leva o passageiro a escorregar a pelve para frente, invertendo a lordose lombo-sacra.

A rotação posterior da pelve vai ser mais discutida no capítulo 3 de ergonomia, com os estudos anatômicos de Lueder et al (*apud* Lueder 1994) e Mandal (*apud* Corlett 1986). Em antecipação a estes estudos, podem-se ver as mudanças na coluna lombo-sacra pela tração dos músculos pelvitrocanterianos piramidais da pelve nos desenhos da figura 2.23. Nestes desenhos, citados pelo ergonomista Mandal (*apud* Corlett 1986), os músculos isquiotibiais estão relaxados pela flexão de joelhos, enquanto os músculos pelvitrocanterianos piramidais são progressivamente distendidos, à medida que o fêmur se aproxima do tronco.

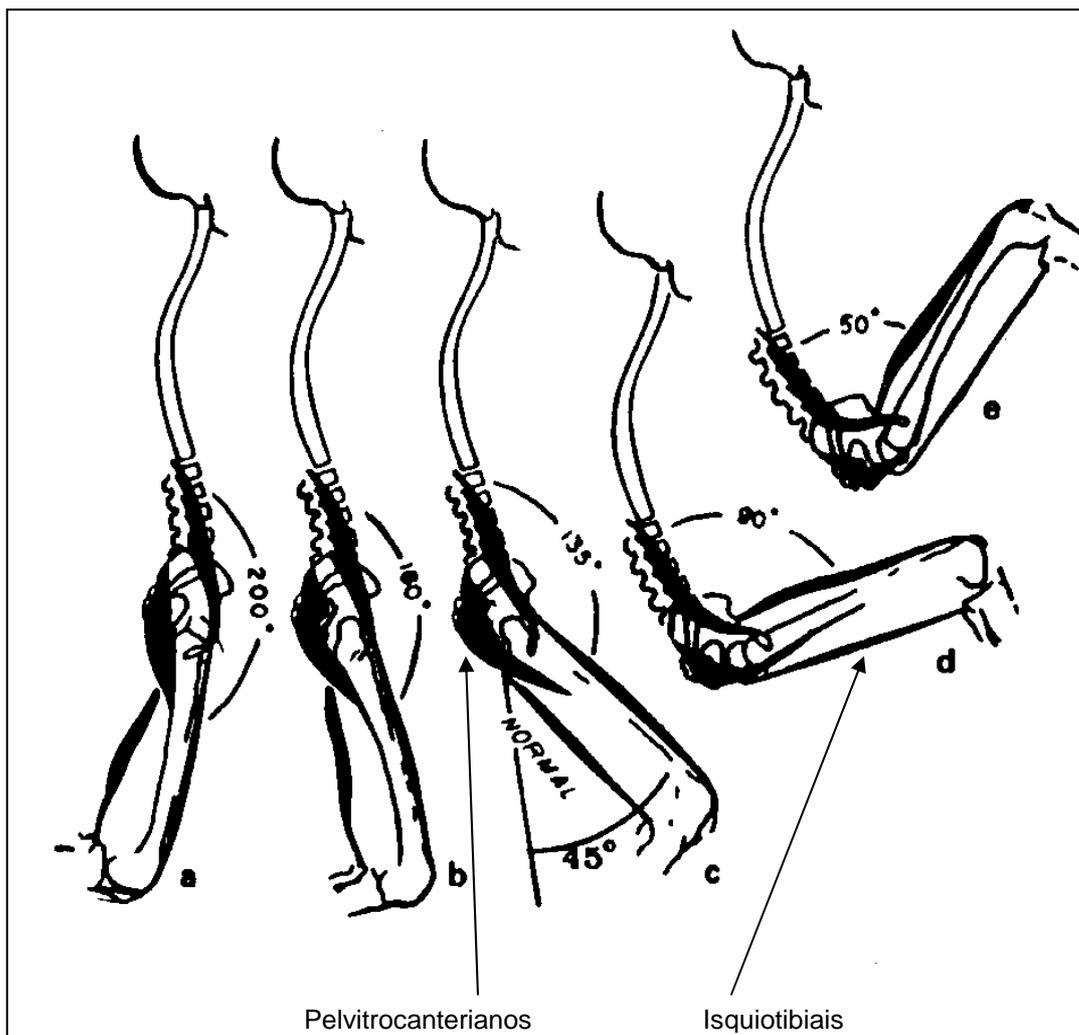


Figura 2.22. Desenhos de Keegan dos raios-X das posições de um sujeito deitado de lado.
(Citado por Mandal, 1986)

Como se vê nos desenhos, a cifose lombar é provocada pela flexão de quadril na postura deitado de lado dos raios-X. A impossibilidade de rotação lateral (externa) de quadril da posição sentada aumenta a tração dos músculos pelvitrocanterianos sobre o sacro.

As diferentes posições em rotação lateral e em posição neutra de quadril estão ilustradas nas fotos da figura 2.24.

