

INSTITUTO POLITÉCNICO DE LISBOA
ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA DA SAÚDE DE LISBOA

MESTRADO EM FISIOTERAPIA

Ano Lectivo 2010/2012

2º Ano / 1º Semestre

Unidade Curricular: Projecto/ Estágio

PROJECTO:

*Alterações da curvatura da coluna vertebral:
Influência da Fisioterapia, a nível neuromuscular*

Discente: Sílvia Maria Reis Correia Monteiro, nº 2355/02

DOCENTE RESPONSÁVEL: Doutora Isabel Coutinho

ORIENTADOR CIENTÍFICO: Professor Doutor Joaquim Silveira Sérgio

CO-ORIENTADOR CIENTÍFICO: Mestre Tiago Monteiro

ORIENTADOR ESTATÍSTICO: Mestre Elisabete Carolino

Lisboa, 12 de Abril de 2013

*Nothing could be more humanistic than using evidence to find
the best possible approaches to care.*

Jules Rothstein, 2008

*It isn't what we don't know that gives us trouble,
it's what we know that ain't so.*

Will Rogers (Goodman, 2002)

Agradecimentos

Os primeiros agradecimentos destinam-se ao Professor Doutor Joaquim Silveira Sérgio, à Doutora Isabel Coutinho e ao Mestre Tiago Monteiro, pelo seu espírito de iniciativa – que tornou possível a realização desta investigação –, pela confiança em mim depositada e pelo apoio ao longo de todo o processo (por vezes difícil...) e à Mestre Elisabete Carolino pela sua orientação estatística. Por toda a partilha de saber e, principalmente, pela motivação para a busca constante de rigor e profissionalismo, o meu muito obrigada!

Um especial agradecimento à Doutora Luísa Pedro e às alunas de 3º ano do curso de Fisioterapia da Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa – Inês Fraga, Inês Mexia, Inês Pinto, Maria Conceição Barbosa e Mónica Abreu -, pela sua disponibilidade e empenho na concretização da implementação deste projecto.

Agradeço, também, aos docentes, alunos e encarregados de educação da Escola Básica 2,3 dos Olivais a sua participação neste projecto. Sem eles o projecto não seria concretizado.

Agradeço ainda à Ortopragal – Produtos de Ortopedia a cedência do equipamento RSscan para recolha dos dados. Um especial agradecimento às Ortoprotésicas Daniela Lima e Joana Gomes pela sua disponibilidade na recolha e interpretação dos dados.

Outro agradecimento destina-se a toda a equipa de trabalho da Mediconde – Clínica de Medicina Física e de Reabilitação Lda -, pela sua compreensão e apoio e pelo auxílio na estruturação deste projecto. Um especial agradecimento à Gerência, D. Ana Oliveira e ao Director Clínico, Dr. Rui Miguel, que se revelaram “uns verdadeiros amigos” e aos técnicos, Susana e Ricardo, pela sua disponibilidade como fotógrafos.

Por último, o meu muito obrigado à minha família, que muito me ajudou e apoiou.

Abreviaturas

AVDs	Actividades da Vida Diária
BS	Base de Sustentação
CG	Centro de Gravidade
CM	Centro de Massa
CP	Centro de Pressão
EI	Escoliose Idiopática
ESTeSL	Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa
GABA	Ácido Gama-aminobutírico
LCR	Líquido Céfalo-raquidiano
PDC	Posturografia Dinâmica Computorizada
RCT	<i>Randomized Controlled Trial</i>
SN	Sistema Nervoso
SNC	Sistema Nervoso Central

Resumo

De entre os distúrbios ortopédicos, as alterações da curvatura da coluna vertebral (escoliose, cifose e hiperlordose) são as mais incidentes em crianças e adolescentes e afectam a anatomia, a mobilidade e a simetria do tronco e, conseqüentemente, podem modificar a locomoção humana e conduzir a défices no controlo postural. A Fisioterapia consiste numa possível forma de tratamento, através de programas de exercícios, os quais são diversos e não existe um consenso sobre qual o mais eficaz. O presente estudo pretendeu determinar se um programa de exercícios de Fisioterapia é benéfico na melhoria das alterações da curvatura da coluna vertebral, a nível neuromuscular.

A amostra inicial consistiu em 38 alunos do 6º ano da Escola Básica dos 2º e 3º ciclos dos Olivais (range de 11-12 anos de idade), identificados após um rastreio. O projecto iniciou com uma amostra de 27 alunos, contudo, apenas 7 participaram no estudo. Um programa de exercícios de Fisioterapia foi aplicado durante 3 sessões e os instrumentos de avaliação aplicados, antes e após a implementação, foram testes objectivos e plataforma de pressões.

Verificou-se que a percentagem de alunos com alterações da curvatura da coluna vertebral é preocupante – 71,1% (36,8% com suspeita de escoliose e 52,6% com alterações da curvatura da coluna vertebral no plano sagital) -, justificando um projecto desta natureza.

A avaliação efectuada evidencia melhorias em todos os parâmetros avaliados (postura, teste de Adams, flexibilidade e distribuição das pressões plantares). Contudo, apenas alguns foram estatisticamente significativos a um nível de significância de 5%, nomeadamente: nos testes de flexibilidade - membro inferior direito, membro inferior esquerdo e membro superior esquerdo; na avaliação das pressões plantares, para a pressão anterior e pressão posterior na avaliação da pressão em apoio unilateral direito e para a pressão interna e quadrante 4 na avaliação da pressão em apoio unilateral esquerdo.

Pode concluir-se que o programa de exercícios parece benéfico na melhoria das alterações da curvatura da coluna vertebral, a nível músculo-esquelético (amplitudes articulares e flexibilidade e alinhamento corporal e da curvatura da coluna vertebral) e a nível do controlo postural (distribuição das pressões plantares).

Palavras-chave: Escoliose; Cifose; Hiperlordose; Fisioterapia; Exercícios

Abstract

In between orthopedic disorders, changes in the curvature of the spine (scoliosis, kyphosis and hyperlordosis) are the most prevalent in children and adolescents and affect the anatomy, mobility and symmetry of the trunk and therefore can modify human locomotion and lead to deficits in postural control. Physical therapy is a possible form of treatment through exercise programs, which are different and there is no consensus regarding the most effective one.

This study aims to determine the effectiveness of a physiotherapy exercise program in improving the changes of the curvature of the spine, at a neuromuscular level. The project started with a sample of 27 students, however, only 7 participated in the study. A physiotherapy exercise program was applied for 3 sessions and the assessment tools were applied before and after implementation, with objective tests and platform pressures.

The sample consisted of 38 students in the 6th grade of *Escola Básica dos 2º e 3º ciclos dos Olivais* (range age 11-12 years) were identified after screening.

It was found that the number of students with changes in the curvature of the spine is of concern - 71.1% (36.8% suspected of scoliosis and 52.6% with changes in curvature of the spine in the sagittal plane) -, justifying a project of this nature.

The evaluation shows improvements in all parameters (position, Adams test, flexibility and distribution of plantar pressures). However, only a few were statistically significant at a significance level of 5%, namely: the flexibility tests - right leg, left leg and left arm; evaluation of plantar pressures to the anterior and back pressure in the right and unilateral support and to the internal pressure and the fourth quadrant for the left-sided support.

It can be concluded that the exercise program appears effective in improving changes of the curvature of the spine, in a musculoskeletal way (range of motion and flexibility, body alignment and curvature of the spine), and the level of postural control (distribution of plantar pressures).

Keywords: Scoliosis, Kyphosis, Hyperlordosis, Physiotherapy; Exercises

Índice

1. Introdução	11
2. Enquadramento Teórico	12
2.1. A coluna vertebral	12
2.1.1. Anatomo-fisiologia e biomecânica	12
2.1.2. Embriologia e crescimento da coluna vertebral	14
2.2. Alterações da curvatura da coluna vertebral	17
2.2.1. Escoliose	17
2.2.1.1. Controlo postural na escoliose	27
2.2.1.2. Influência da intervenção da fisioterapia na escoliose	29
2.2.2. Cifose e lordose/hiperlordose	34
2.2.2.1. Cifose	34
2.2.2.2. Lordose ou hiperlordose	38
2.2.2.3. Intervenção da fisioterapia na cifose e lordose/hiperlordose	40
3. Metodologia	41
3.1. Identificação das necessidades	41
3.2. Finalidades	43
3.3. Questões Orientadoras	43
3.4. Hipóteses Nulas	43
3.5. Objectivos	44
3.5.1. Objectivos gerais	44
3.5.2. Objectivos específicos	44
3.6. Definição das variáveis em estudo	44
3.6.1. Variáveis independentes	44
3.6.2. Variáveis dependentes	44
3.7. Desenho do Estudo	45
3.8. População alvo e amostra	45
3.9. Procedimento	46
3.9.1. Etapas de implementação do projecto	46
3.9.2. Programa de exercícios	47
3.10. Instrumentos de Avaliação	61
3.11. Recursos	62
3.12. Cronograma	63
4. Apresentação dos resultados	65
4.1. Resultados do rastreio	65

4.2. Amostra	66
4.3. Resultados da implementação do projecto	67
4.3.1. Caracterização da amostra	67
4.3.2. Avaliação músculo-esquelética	68
4.3.2.1. Análise da postura	68
4.3.2.2. Teste de Adams	69
4.3.2.3. Testes de flexibilidade	69
4.3.3. Avaliação postural	71
4.3.3.1. Avaliação em apoio bipodal	71
4.3.3.2. Avaliação em apoio unipodal direito	73
4.3.3.3. Avaliação em apoio unipodal esquerdo	75
4.3.3.4. Avaliação do passo à frente com o pé direito	78
4.3.3.5. Avaliação do passo à frente com o pé esquerdo	78
5. Discussão dos resultados	79
6. Conclusão	82
7. Limitações do estudo e sugestões para trabalhos futuros	83
8. Referências bibliográficas	84
Apêndices:	89
<i>Apêndice I – Controlo Postural</i>	100
<i>Apêndice II – Rastreo</i>	137
<i>Apêndice III – Consentimento Informado</i>	141
<i>Apêndice IV - Protocolo de avaliação</i>	151
<i>Apêndice V - Plataforma de Pressão</i>	157/164

ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras 1 – 48: Programa de Exercícios

48-61

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Cronograma	63 e 64
Tabela 2 – Alterações da curvatura da coluna vertebral identificadas no rastreio	65 e 66
Tabela 3 – Alterações da curvatura da coluna vertebral a incluir no estudo	66
Tabela 4 – Resumo da análise da postura	68 e 69
Tabela 5 – Resumo dos resultados dos testes de flexibilidade	69
Tabela 6 – Resumo da aplicação do teste de Wilcoxon para os testes de flexibilidade	70
Tabela 7 – Resumo da avaliação postural em apoio bipodal	71
Tabela 8 - Resumo da aplicação do teste de Wilcoxon para a avaliação postural em apoio bipodal	72 e 73
Tabela 9 – Resumo da avaliação postural em apoio unipodal direito	73 e 74
Tabela 10 - Resumo da aplicação do teste de Wilcoxon para a avaliação postural em apoio unipodal direito	74 e 75
Tabela 11 – Resumo da avaliação postural em apoio unipodal esquerdo	76
Tabela 12 - Resumo da aplicação do teste de Wilcoxon para a avaliação postural em apoio unipodal esquerdo	76 e 77

1. Introdução

As doenças relacionadas com a coluna vertebral têm aumentado no mundo civilizado em decorrência de vários fatores, de entre eles, mudanças importantes no comportamento, como sedentarismo e maus hábitos posturais. A coluna, além de sustentação, oferece a flexibilidade necessária à movimentação do tronco, possuindo um papel importante na postura, locomoção e equilíbrio. O seu eixo ósseo ainda serve como protecção à medula espinhal e raízes nervosas. Ela é responsável pela interligação mecânica entre os segmentos e, quase todos os movimentos executados no dia-a-dia, envolvem uma coordenação sinérgica entre os membros da coluna. Dessa forma, o funcionamento da coluna é directamente relacionado com a qualidade de vida.^[1-3]

A deformidade dessa estrutura, tanto no plano frontal - Escoliose-, quer no plano sagital - Cifose e Hiperlordose-, pode ser um obstáculo para a estabilidade do controlo postural, já que pode interferir directamente no alinhamento ósseo, na sincronização muscular e no centro de massa do corpo humano. A incidência das alterações posturais nas crianças e adolescentes é bastante significativa devido às situações vulneráveis em que permanecem nas escolas, em posturas inadequadas, actividades assimétricas repetidas e a grande quantidade de peso de material que levam para a escola.^[1-3]

A Fisioterapia consiste numa possível forma de tratamento dos adolescentes com alterações da curvatura da coluna vertebral – escoliose, cifose ou hiperlordose -, quer através de terapia manual, quer através de exercícios. Os programas de exercícios disponíveis são diversos e não existe um consenso sobre qual o mais eficaz. Além do referido, em alguns artigos científicos e na literatura continua a ser mencionado que a evidência não suporta a prática da Fisioterapia^[4,5]. Ademais, na prática clínica diária constata-se que estes pacientes exibem melhorias a nível dos sinais e sintomas e em termos funcionais, o que se repercute nos padrões motores, no esquema e consciência corporal, na postura, no controlo e estabilidade postural e no equilíbrio.

Num momento fulcral de necessidade de afirmação profissional e prática baseada na evidência, surge este projecto que visa estudar, objectivamente, a influência da Fisioterapia, a nível neuromuscular (músculo-esquelético e postural através da distribuição das pressões plantares) em crianças com alterações da curvatura da coluna vertebral.

2. Enquadramento Teórico

2.1. A coluna vertebral

2.1.1. Anatomo-fisiologia e biomecânica

A coluna vertebral é parte integrante do sistema locomotor. Mercê da sua situação central no corpo, como eixo de mobilidade do tronco (“órgão-eixo”), possui uma série de especificidades anatómicas, fisiológicas e fisiopatológicas.^[3]

A mobilidade articular da coluna vertebral possibilita a estabilidade do tronco, sujeito à gravidade, bem como a mobilidade livre em diferentes posturas no campo do movimento. O termo “órgão-eixo” corresponde ao significado central do tronco: aí, a referência proprioceptiva, a partir dos segmentos de mobilidade e dos músculos, é a base do controlo motor e da postura de equilíbrio.^[3]

A coluna vertebral é mantida na sua posição vertical por acção muscular estando o equilíbrio da cabeça e os membros centrados com a bacia tanto no plano frontal como sagital. A coluna vertebral não é rectilínea, apresentando dois tipos de curvaturas: ântero-posteriores ou sagitais e laterais. As curvaturas sagitais são quatro: a curvatura cervical, convexa para diante; a curvatura dorsal ou torácica, côncava para diante; a curvatura lombar, convexa para diante; e a curvatura sacro-coccígea, côncava para diante. As curvaturas laterais são menos pronunciadas e muito variáveis, são normalmente em número de três: a curvatura cervical, convexa para a esquerda; a curvatura dorsal, convexa para a direita; e a curvatura lombar, convexa para a esquerda.^[3,6,7]

No feto, a coluna vertebral apresenta forma de C, tornando-se recta ao nascimento e adoptando a forma de S quando vista do plano lateral, com o desenvolvimento da posição bípede. No adulto, o centro de gravidade do corpo encontra-se à frente de S2, com a coluna alinhada no plano ântero-posterior, sendo que graus mínimos de escoliose na região torácica são considerados fisiológicos, para a direita nos destros e para a esquerda nos canhotos.^[5]

A coluna vertebral é composta, em geral, de trinta e três vértebras, sendo sete cervicais, doze torácicas, cinco lombares, cinco sacrais e quatro coccígeas.^[4-7]

Vinte por cento dos indivíduos podem apresentar alteração no número das vértebras, tanto por subtracção como por adição, sendo as mais comuns ao nível coccígeo e, em segundo lugar, a nível lombar.^[4,5,7]

Entre cada dois pares de vértebras temos os discos intervertebrais, responsáveis por aproximadamente um quarto do crescimento vertebral, sendo a sua desidratação responsável, em grande parte, pela perda de altura da idade senil.^[4,5,7]

Os corpos vertebrais são formados por uma parte central, o núcleo pulposo, rico em água e mucopolissacarídeos, e outra esférica, o anel fibroso, formado por anéis concêntricos de tecido colagénio.^[4-7]

A vértebra clássica apresenta corpo vertebral, arco posterior e lâminas, que associados ao corpo vertebral constituem o canal medular, pedículos originados verticalmente ao corpo e unindo-se às partes interarticulares, apófises espinhosas e transversas, originados respectivamente das lâminas e da junção entre os pedículos e as lâminas, e facetas articulares superiores e inferiores.^[4-7]

O conjunto dos corpos vertebrais e discos intervertebrais suporta o peso da cabeça, tronco e membros superiores e transmite esta carga aos membros inferiores, transformando a coluna num órgão estático. O conjunto dos arcos vertebrais permite a execução dos movimentos, quer de uma vértebra, quer do ráquis em conjunto, transformando a coluna vertebral num órgão cinético ou de movimento. O canal vertebral e as suas paredes transformam a coluna vertebral no órgão protector da medula espinhal, das raízes dos nervos raquidianos e das meninges. A coluna vertebral como órgão estático é formada por vinte e quatro vértebras, cervicais, dorsais e lombares, que constituem a sua porção móvel e pelo sacro e cóccix, que formam a sua porção fixa.^[6]

A estabilização dinâmica da coluna vertebral é fornecida pela musculatura intrínseca e extrínseca.^[4-7]

A musculatura intrínseca é profunda, sendo dividida em três grupos principais: os músculos transversos da espinha, originando-se na meia-liha e direccionados proximal e lateralmente até às apófises transversas; o segundo grupo, os músculos espinhais são direccionados longitudinalmente, de costela a costela, de apófises transversas a costelas ou de uma apófise espinhosa a outra; e o terceiro grupo, o músculo complicado da espinha (*Musculus*

multifidus), o semi-espinhoso e o subcomplicado da espinha (*Musculi rotatores*), que se originam nas apófises transversas e inserem-se nas apófises espinhosas em direcção superior e interna. Além desses, existem pequenos músculos que ligam vértebra a vértebra, os interespinhosos e os intertransversários.^[4-7]

A musculatura extrínseca (superficial) refere-se ao trapézio e ao grande dorsal, juntamente com o músculo angular, originando-se na parte occipital posterior e inserindo-se no ápice da escápula, os rombóides unindo as apófises espinhosas torácicas à borda interna da omoplata e os músculos estabilizadores do ombro, como os músculos dentados.^[4-7]

Outros dois grupos musculares importantes, por serem estabilizadores vertebrais, são o quadrado lombar e o iliopsoas, que se originam das apófises transversas e inserem-se, respectivamente na crista ilíaca posterior e no pequeno trocanter do fémur.^[4-7]

O músculo transversário espinhoso merece alguns comentários, tão essencial é o seu papel na constituição da escoliose. Cada vértebra torácica recebe a inserção de dois transversários espinhosos completos de cada lado, além de receber na sua apófise espinhosa dois feixes curtos laminares, dois feixes longos laminares (Músculo subcomplicado da espinha), dois feixes curtos espinhosos (Músculo complicado da espinha) e dois feixes longos espinhosos (músculo semi-espinhoso).^[4-7]

Existem diferentes ligamentos como os ligamentos raquidianos, supra-espinhoso, interespinhoso, amarelo, interapofisário, intertransversário e comum posterior.^[4-7]

2.1.2. Embriologia e crescimento da coluna vertebral

A formação do sistema músculo-esquelético ocorre durante o período embrionário (2ª à 8ª semana após a concepção).^[5,8]

Os estágios iniciais do desenvolvimento do Sistema Nervoso (SN), do sistema muscular e do sistema esquelético axial estão intimamente relacionados ao desenvolvimento do notocórdio.^[5,8]

O tubo nervoso está formado ao redor da 3ª semana de vida embrionária, período no qual o embrião consiste da ectoderme, dorsalmente, da endoderme, ventralmente e da mesoderme, entre os dois.^[5]

A coluna vertebral desenvolve-se a partir da mesoderme, que se prolifera e condensa em forma de pares de somitos, que se formam ao mesmo tempo que os gânglios espinhais, oriundos da crista neural, dando a relação de um par de somitos para cada nervo. Os músculos originários de um somito preservarão a inervação do somito correspondente. Ao mesmo tempo em que eles se estão a desenvolver, um vaso sanguíneo originário de vasos longitudinais, divide o somito ao meio, transversalmente, numa posição intersegmentária. A formação do somito inicia-se na região cranial, a qual futuramente será a região occipital, progredindo para a região caudal. A formação desses somitos demora cerca de 10 dias, formando-se 29 pares na quarta semana e o restante no início da quinta semana, com um total de 42 a 44, sendo quatro occipitais, oito cervicais, doze torácicos, cinco lombares, cinco sacrais e 8 a 10 coccígeos. As células na região ventral e medial proliferam e migram para o notocórdio e para o tubo neural, formando o esclerótomo, que, ao se desenvolver, envolve o notocórdio, separando-o do tubo neural.^[5]

Uma vez ocorrida a fusão dos somitos direito e esquerdo na meia-linha, incorporando o notocórdio, ocorre uma ressegmentação, que tem início na quinta e sexta semanas de vida embrionária. Essa divisão deixará uma metade menos celular cranialmente e uma outra mais celular caudalmente. Nesse estágio, em torno do notocórdio, começam a formar-se áreas de maior densidade celular, chamadas de discos pericordais, que futuramente se transformarão nos discos intervertebrais, e os restos do notocórdio no seu interior irão tornar-se o núcleo pulposo – estrutura central do disco. A primeira segmentação foi a que ocorreu para formar os somitos, e a segunda consiste na junção da metade caudal de um somito unindo-se com a metade cefálica do inferior para formar os segmentos definitivos. A migração de grupos celulares a partir do esclerótomo forma as várias partes dos corpos vertebrais e as costelas.^[5]

A ossificação vertebral ocorre à custa de centros de ossificação primários e secundários, cada vértebra apresentando três primários e cinco secundários. A ossificação do centro da vértebra começa na região torácica baixa e lombar alta, difundindo-se cranial e caudalmente, com extensão para as apófises espinhosas, transversas e articulares. Na fase embrionária, a vértebra apresenta um centro de ossificação para o centro e dois centros não-unidos para o arco posterior, que se unirão no período fetal final e logo após o nascimento, com o

desenvolvimento das costelas e articulações costovertebrais. A ossificação da vértebra deixará duas placas cartilaginosas nas suas porções superior e inferior, que são as placas terminais, funcionando como as placas de crescimento do corpo vertebral. A ocorrência de malformações vertebrais acontece nos moldes iniciais, antes do desenvolvimento dos centros de ossificação.^[5,9-12]

O conhecimento do ganho em altura e da velocidade de crescimento vertebral, em relação ao sexo e à idade, é de extrema importância. Ela não segue uma relação linear com a idade, tendo-se dois períodos de crescimento rápido, um do nascimento aos três anos e outro no pico de crescimento da adolescência. Os membros inferiores são relativamente mais curtos que o segmento axial ao nascimento. O segmento torácico é responsável por 63% do crescimento de T1 a S1, cabendo ao segmento lombar 37% do crescimento. Essa velocidade de crescimento está directamente relacionada ao desenvolvimento dos caracteres sexuais secundários, sendo que o maior pico ocorrerá aproximadamente um ano após o desenvolvimento das mamas e dos pêlos púbicos nas meninas e dos pêlos púbicos, axilares e faciais nos meninos. Após um ano desse pico ocorrerá a menarca, estando praticamente terminado o crescimento em comprimento do tronco após dois anos.^[5,8-12]

A ossificação da apófise do íliaco notada na radiografia ântero-posterior da bacia ocorre da sua parte mais anterior para a posterior, sendo que Risser dividiu a crista íliaca em quatro, chamando de Risser I quando a ossificação cobre 25%; II, 50%; III, 75%; e IV 100% dela, chamando de V quando ocorre o encerramento da placa de crescimento do íliaco. O crescimento vertebral está praticamente terminado ao atingirmos o sinal de Risser IV, o que coincide com mamas bem desenvolvidas, pêlos púbicos em forma triangular, pêlos axilares e faciais abundantes e menarca ocorrendo há dois anos.^[5,12]

O início da ossificação da apófise do íliaco começa, em média, dos 13,3 aos 14,3 anos na mulher e de 14,3 a 15,4 anos no homem, e toda a excursão da ossificação demora em média dois anos, variando de 7 meses a 3,5 anos, sendo um ano para progredir de Risser I a Risser IV, e outro ano para desenvolver o Risser V. Regra geral, esse quadro é simétrico entre os lados direito e esquerdo, mas esporadicamente observa-se fragmentação do centro de ossificação, levando a alguma dúvida na determinação do nível de Risser.^[5,12]

A observação do pico de crescimento da adolescência é muito importante, pois a relação entre crescimento vertebral e escoliose é muito bem estabelecida. As escolioses progridem

lentamente até à puberdade e rapidamente entre a puberdade e o final do crescimento vertebral (Risser IV).^[5]

A altura de uma pessoa adulta corresponde aproximadamente ao dobro da sua altura aos dois anos de idade. É importante observar-se que, no início da puberdade, isto é, 10 anos na mulher e 12 no homem, aproximadamente 85% do crescimento vertebral já ocorreu e, dois anos mais tarde, praticamente 90%.^[5,9-12]

Outro aspecto interessante relaciona-se ao tamanho da vértebra no plano transversal: o tamanho do canal vertebral já está praticamente terminado por volta dos quatro anos de idade, portanto o da criança é praticamente idêntico ao do adulto, sendo menor nos anões e maior nos pacientes de raça negra.^[5]

Outro aspecto com relação ao desenvolvimento vertebral que deve ser observado refere-se ao facto de que a medula espinhal e a coluna vertebral têm aproximadamente o mesmo comprimento nas fases iniciais do desenvolvimento, mas, com o crescimento, a coluna cresce mais que a medula, ocorrendo uma migração progressiva proximal da coluna, com o cone medular normalmente localizado ao nível de L1-L2 ao final do crescimento.^[5]

2.2. Alterações da curvatura da coluna vertebral

As alterações da curvatura da coluna vertebral podem incluir: no plano frontal, a escoliose e no plano sagital, a cifose ou hiper cifose e a lordose ou hiperlordose.

2.2.1. Escoliose

A escoliose está entre nós desde que o homem assumiu a postura erecta. A palavra escoliose é originária da palavra grega que significa curvatura e foi Hipócrates (1460-1375 a.C.), o primeiro a efectuar citações sobre esta patologia, com menção a aspectos clínicos e às formas de tratamento em tracção, no livro *De Articulationes, do Corpus Hippocratum*.^[5]

Escoliose é uma entidade nosológica em que surgem curvaturas (uma ou mais) anormais da coluna vertebral no plano frontal/coronal. Está geralmente associada a uma deformidade rotacional e é este componente rotacional, que se manifesta com uma elevação das costelas, uma omoplata proeminente, uma alteração lombar ou uma obliquidade pélvica, que tem mais probabilidades de chamar a atenção para a curvatura da coluna.^[3-5,8-21-23-25]

Relativamente à sua classificação, considera-se:^[4-5,8-16,18,20,21,25]

- Não estrutural (atitude escoliótica): são curvaturas patológicas, móveis, flexíveis e caracterizadas essencialmente pela inclinação das vértebras da curvatura, mas sem rotação dos corpos vertebrais. Sob o ponto de vista clínico este tipo de escoliose não está associado com deformidade da caixa torácica, razão pela qual está preservada a simetria da face posterior do tórax na flexão anterior da coluna e na posição de decúbito e é sempre possível corrigir a deformidade. Sob o ponto de vista radiográfico este tipo de escoliose é caracterizado por ser uma curva de grande amplitude, pela ausência de rotação dos corpos vertebrais, e nas radiografias dinâmicas em flexão lateral a amplitude de movimentos é simétrica para a direita e para a esquerda. No que se refere ao prognóstico estes casos têm a característica de não progredirem e de não se tornarem estruturais. Podem ser classificadas em três grupos:
 - postural: é mais frequente nos adolescentes do sexo feminino. As curvas são de grande amplitude geralmente toracolombar, convexas para a esquerda e desaparecem com flexão anterior da coluna.
 - compensadora: as causas mais frequentes são de dismetria dos membros inferiores ou a obliquidade pélvica por contractura em adução ou abdução das coxofemorais. Quando o paciente se senta esta curvatura desaparece. A assimetria do comprimento dos membros inferiores, provoca uma escoliose convexa para o lado do membro inferior mais curto.
 - outras formas mais raras de escoliose não estrutural são, por exemplo, a escoliose antálgica da ciatálgia ou dos tumores das vértebras (por contractura para vertebral). Ao contrário dos outros tipos de escolioses, a escoliose antálgica é caracterizada por um quadro doloroso muito marcado – de dor lombar com ou sem ciática que é agravada pelos movimentos da coluna e cujo início é mais ou menos súbito.

No exame clínico são casos em que a escoliose não se encontra equilibrada sendo evidente uma marcada inclinação lateral do tronco. O tratamento das escolioses não estruturais é o tratamento da sua situação de base pois a deformidade da coluna é um sintoma e não a causa principal do quadro clínico.

- Escolioses estruturais: são caracterizadas pela rotação fixa dos corpos vertebrais no exame clínico e pela assimetria da amplitude de movimentos na flexão lateral da coluna. Sob o ponto de vista clínico ocorre rotação das apófises espinhosas para a concavidade da curva e do corpo das vértebras e das costelas para o lado da convexidade provocando a proeminência habitual no dorso destes pacientes – bossa dorsal. A deformidade é fixa e não desaparece com as mudanças de posição sendo a vértebra do ápice a mais deformada. Curvas secundárias quase sempre surgem para contrabalançar a curvatura principal e embora estas sejam flexíveis podem também tornar-se fixas. Se existirem três curvas, a curva do meio é geralmente a primária e a de maior ângulo. Neste tipo de escoliose, uma vez estabelecida a deformidade esta pode aumentar progressivamente durante o período de crescimento mas quando a deformidade é grande, curvas de raio maior que 50° , podem aumentar cerca de 1° por ano mesmo após a maturação do esqueleto (após o fim do crescimento). Quanto à classificação as escolioses estruturais podem classificar-se:

- Idiopáticas: São de etiologia desconhecida, contudo, é geralmente considerada como sendo familiar, de origem genética multifactorial. Ainda não ficou esclarecido se o processo patológico primário é um distúrbio do crescimento ósseo ou se se trata de disfunção do Sistema Nervoso Central (SNC) que afecta os mecanismos de controlo da motricidade; as teorias são inúmeras. O crescimento assimétrico das placas de crescimento entre os arcos e os corpos vertebrais é teoricamente capaz de provocar escoliose. Em comparação com as crianças normais, os portadores de Escoliose Idiopática (EI) apresentam durante a posição bípede maior grau de oscilação (manifestando-se pelas mudanças do centro de pressão). Foram descritos outros distúrbios do mecanismo de equilíbrio. Há quem admita uma relação entre a EI e a disfunção do reflexo vestibulo-ocular; portanto, a postura instável seria devido ao conflito entre as informações visuais e vestibulares, em nível dos centros cerebrais encarregues de integrar e calibrar os dados sensoriais que nelas convergem para o controlo dos movimentos posturais. O quadro neurológico sugere a

participação funcional do tronco cerebral, na integração das informações aferentes que procedem de várias fontes indispensáveis para o controlo do equilíbrio. Sugere-se ainda que os fusos musculares dos músculos paraespinhais possam estar implicados na etiologia da EI.

- Neuropáticas (por assimetria do tónus muscular): por exemplo: poliomielite, paralisia cerebral...
- Osteoáticas (por anomalias ósseas congénitas ou pós-traumáticas) – por exemplo: hemivertebral.
- Miopáticas (por desequilíbrios musculares) – por exemplo: distrofias musculares (Duchenne).
- Mistas (associada a doença do tecido conjuntivo).

Numa escoliose e numa atitude escoliótica verifica-se inicialmente um ombro mais elevado que o outro, uma proeminência escapular, uma dismetria da cintura pélvica, umas pregas nas zonas laterais das costas, e provavelmente, uma rotação vertebral que caracterizará cada tipo de escoliose. Mas é necessário observar uma série de factores, que marcam a diferença, tais como:^[4,5,11,12,14,15]

- Rigidez da curva: Ao fazer uma inclinação lateral, na escoliose estruturada a curva mantém-se, sendo uma curva rígida, e na atitude escoliótica esta curva desaparece sendo uma curva flexível. Esta característica importante pode observar-se de forma objectiva em radiografias dinâmicas, com o sujeito na posição bípede de pernas separadas, em posição normal (erecta), em flexão lateral direita e em flexão lateral esquerda. Quando se trata de uma atitude escoliótica, a flexão é idêntica em ambos os sentidos; numa escoliose verdadeira, a amplitude da flexão lateral de cada região é maior do lado da concavidade que do lado da convexidade. O termo escoliose deve reservar-se para os casos em que ambas as flexões laterais não sejam simétricas. No caso da escoliose verdadeira é necessário um controlo radiológico periódico.
- Acunhamento vertebral: Denomina-se de acunhamento vertebral a perda da forma quadrangular típica dos corpos vertebrais. O corpo vertebral tende a crescer mais na zona da concavidade. Independentemente de uma série de problemas patológicos, como o crescimento assimétrico das vértebras, osteoporose, etc., o mecanismo de

produção mais frequente, baseia-se na Lei de Delpech que afirma “seja de onde for que as cartilagens diartrodiais transmitam uma pressão anormalmente diminuída, a cartilagem de junção vizinha entrará em actividade e ocorrerá o contrário nos casos em que a pressão aumente”. Neste caso, se um corpo vertebral recebe mais pressões numa zona do que noutra, tenderá a formar mais osso na zona de menor pressão, e devido a este mecanismo, a vértebra vai-se acunhando. Estes factores produzem acunhamento vertebral localizado sobretudo nas vértebras ápices da curvatura de uma escoliose.

- Rotação vertebral: Na escoliose estruturada os corpos vertebrais rodam e, portanto, também as apófises correspondentes a essa vértebra. Considere-se a grelha costal da zona da convexidade da curva e o que ocorre quando a pessoa faz uma flexão do tronco para a frente. Aparece uma proeminência na zona de convexidade da curva devida à rotação vertebral. Na escoliose estruturada, na vértebra produz-se uma rotação do corpo vertebral no sentido da convexidade da curva e da apófise espinhosa no sentido da concavidade. Este tipo de rotação produz uma proeminência na zona da convexidade da curva, originada pelas costelas que acompanham o movimento de rotação das vértebras. Portanto, a proeminência costal, numa escoliose estruturada, aparece na zona da convexidade da curva, característica muito importante na hora de programar os exercícios de correcção.

Dentro das escolioses estruturais considera-se a idiopática pois é a mais frequente (70-80% dos casos) e por isso aquela que surge na prática clínica com maior frequência. Dependendo da idade em que surgem com maior frequência as EI podem dividir-se em três grupos (pelos surtos de crescimento rápido do esqueleto): infantil (antes dos 3 anos), juvenil (entre os 3 anos e o início da puberdade) e adolescente (surge durante ou logo após o início da puberdade – início 10 ou 11 anos).^[18,20]

De acordo com a angulação da curva, pode classificar-se em quatro graus.^[4,5,18]

- grau I: angulação inferior a 20°;
- grau II: angulação entre 20 e 30°;
- grau III: angulação entre 31 e 50°;
- grau IV: angulação superior a 51°.

A curvatura é denominada segundo o lado da convexidade e o nível do ápice, que é o corpo vertebral mais rodado de toda a curva. Se o ápice está entre C1 e C6, a curva é cervical; se o ápice está em C7 ou T1, a curva é cervico-torácica; se o ápice está entre T2 e T11, a curva é torácica; se o ápice está em T12 ou L1, a curva é toraco-lombar; se o ápice está entre L2 e L4, a curva é lombar; e se o ápice está em L5 ou abaixo, a curva é lombosagrada. As curvas mais frequentes na escoliose idiopática são a curva torácica direita, seguida de uma curvatura dupla (torácica direita e lombar esquerda) e a curva toracolombar direita.^[5]

Pode existir uma curva secundária, a curva de compensação, que permite que a cabeça esteja centrada sobre a pélvis. As curvas de compensação têm uma menor magnitude, são mais flexíveis e têm menos rotação. Quando estas se tornam menos flexíveis e a rotação se torna evidente, pode ser difícil determinar qual das curvas é a primária.^[5,15]

Por definição, a EI é de origem desconhecida e é provavelmente devido a diversas causas. Etiopatogenicamente, a deformidade espinhal causada por EI pode ser definida como um sinal de uma complexa síndrome multifactorial. A pesquisa definiu uma série de elementos da doença com papel etiopatogénico possível, o que pode ser classificado como: factores originados do SNC, factores biomecânicos e factores relacionados com o tecido conjuntivo. A deficiência causada pela EI pode ser classificada de acordo com a afecção da função neuromotora, biomecânica ou cardiorespiratória ou cosmética. Sugerem-se algumas teorias relativamente à etiopatogenia da EI: predisposição genética; disfunção neurológica; anormalidades proteínicas contrácteis e desequilíbrio do cálcio. Literatura recente sobre a etiologia mostra defeitos SNC, bioquímica do colagénio defeituosa, proteoglicanos anormais e fisiologia muscular aberrante. Estes pacientes relataram crescer muito rapidamente, têm fraca propriocepção e têm uma função plaquetária anormal. Teorias correntes relacionam a classes gerais de factores genéticos, factores hormonais (melatonina e hormona de crescimento) e de crescimento, anormalidades bioquímicas, anormalidades músculo-esqueléticas e anormalidades básicas do metabolismo das plaquetas e do cálcio e do SNC, especialmente anormalidades vestibulares. Como se podem reconciliar estas diferentes teorias? Provavelmente, não apenas uma doença, mas uma via final comum a um número de desordens. A genética parece apresentar um papel importante, uma vez que existe ocorrência familiar e a escoliose é frequentemente vista na desordem de um único gene dos tecidos conjuntivos (tais como a síndrome de Marfan, a síndrome de Ehlers-Danlos e osteogénese imperfeita); provavelmente alterações das fibras de colagénio; comparação dos discos de escolióticos e normais mostrou diferenças na composição de proteoglicanos dos monómeros

agregados e não agregados. Alterações músculo-esqueléticas: mostraram que fibras tipo I dominantes no lado convexo (não se sabe se se deve a aumento das fibras tipo I ou atrofia das II, o que permanece por provar. Relacionado com anormalidades músculos, provavelmente existem anormalidades na contractilidade plaquetária e no metabolismo do cálcio. Descobriu-se que lesão da agregação das plaquetas, afecção da libertação de serotonina e síntese anormal de tromboxano A2. Verificou-se níveis elevados de cálcio intracelular em plaquetas.^[20-25]

O desenvolvimento natural das curvaturas da coluna é afectado por factores como a magnitude da curva, a idade do paciente e a causa da escoliose. Assim, é importante determinar a fase de crescimento ósseo em que o paciente se encontra.^[4,5,11,12,14,15,20]

O crescimento ósseo pode ser avaliado clinicamente medindo a altura do paciente em cada visita ao consultório médico, bem como fazendo um acompanhamento da história do paciente. Pode também ser avaliado radiograficamente através do Sinal de Risser, que consiste na avaliação da epífise ilíaca.^[5]

Com a progressão da curva podem ocorrer deformidades severas. Quando as curvaturas medem mais de 60 graus há comprometimento da função cardiopulmonar e pode ocorrer uma doença pulmonar restritiva secundária, resultante da deformação do tórax.^[4,5,12,20]

A progressão das curvas é mais comum durante o crescimento ósseo (nas fases da vida em que o esqueleto tem crescimento mais rápido), no entanto, tornou-se evidente que curvaturas moderadas de 40-50 graus, devem ser observadas pois pode ocorrer progressão na idade adulta. Apesar de a progressão na idade adulta variar muito de paciente para paciente, a média geral é de 1 grau por ano. Em adultos com EI que não mostram sinais de progressão, pode ser suficiente tirar radiografias em intervalos de 2 a 5 anos. A probabilidade de progressão é maior em pacientes com escoliose associada a neurofibromatose ou doenças do tecido conjuntivo.^[4,5,12,20]

Em pacientes com deformidades da coluna a história deve incluir a idade em que a deformidade foi descoberta, a forma como foi descoberta (pelo paciente ou membro da família, pelo pediatra ou outro profissional de saúde durante um exame físico ou um rastreio na escola, etc.), a história perinatal, marcos importantes do desenvolvimento, outras patologias e história familiar de escoliose ou outras patologias que possam afectar o sistema músculo-esquelético. Apesar da incidência da escoliose na população em geral ser de 1%, a incidência é maior em crianças de mulheres com escoliose e particularmente nas filhas dessas mulheres. Por esta

razão, as crianças de mulheres com escoliose devem ser examinadas repetidamente durante os seus anos da pré-adolescência e da adolescência. A EI do tipo adolescente é mais comum no sexo feminino, enquanto o tipo infantil é mais comum no sexo masculino.^[4,5,8-17]

O exame objectivo começa pela observação do doente e pela maneira como ele caminha. De seguida, à inspecção na posição ortostática, existe uma assimetria do tronco, da altura dos ombros (um ombro mais alto do lado da convexidade e uma anca mais proeminente do lado da concavidade), dos flancos e das glândulas mamárias (nos pacientes do sexo feminino). À inspecção da face posterior da coluna é necessário despistar a assimetria das massas musculares paravertebrais (mais proeminente do lado da convexidade), alterações da pigmentação da pele, depressão da pele ou tufos pilosos e verificar a esquadria da bacia na posição de pé por meio da altura das cristas ilíacas e das espinhas ilíacas postero-superiores. No teste de flexão anterior do tronco torna-se evidente a bossa na face posterior do hemitórax mais saliente, devido ao agravamento da rotação dos corpos vertebrais com a flexão anterior (Teste de Adams), característica patognomónica das escolioses estruturais. Em qualquer tipo de escoliose, o exame objectivo só está terminado quando é complementado pelo exame neurológico para efectuar o diagnóstico diferencial. A proeminência de um ombro de um hemitórax é muitas vezes a razão pela qual se detecta o desvio da coluna. Na adolescência, período em que se detectam a maioria das EI, são raras as queixas dolorosas ou de cansaço muscular localizado na coluna. Estas queixas podem surgir em idades mais avançadas com quadro clínico de dorsolombalgias por vezes com radiculopatias ou, nos casos mais graves, mesmo com zonas de pressão entre o rebordo das costelas e a crista ilíaca, que podem provocar escaras. No grupo etário mais idoso, podem surgir alterações degenerativas graves das facetas articulares e discos intervertebrais que são a origem do quadro doloroso. Nas EI do adolescente, o tipo de curvatura mais frequente é a torácica direita que ocorre predominantemente em doentes do sexo feminino, entre os 10 e os 15 anos e tem tendência a progredir até ao final do crescimento.^[4,5,8-18]

Os exames mais importantes para o diagnóstico desta situação são os radiográficos. Numa radiografia anteroposterior normal encontramos componentes tais como o corpo vertebral, as apófises espinhosas e transversas e os pedúnculos vertebrais. Para determinar, numa radiografia, o grau de rotação da coluna vertebral, é necessário observar a simetria dos pedúnculos vertebrais com respeito ao eixo central, que corresponde, em situações de equilíbrio, com a apófise espinhosa da vértebra. Deve-se ter em conta uma análise simples mas metódica e com revisões periódicas, sobretudo, quando são detectadas algumas alterações

posturais ou se suspeite de um princípio de desequilíbrio mecânico, devendo-se observar a evolução das curvas. Este seguimento pode-se realizar da seguinte forma:^[4,5,8-17,20]

- Mediante uma simples prova de flexão do tronco para a frente para verificar se existe uma protuberância costal;
- Medições na posição bípede com a coluna vertebral em diversas posições;
- Verificação de radiografias.

Os métodos mais usuais de medição das curvas são o método de Ferguson e o método de Cobb, sendo, este último, o mais utilizado:^[4,5,8-18,20,21]

- Método de Ferguson: Para se poder levar a cabo a medição de uma escoliose por meio do método de Ferguson, é imprescindível a localização das vértebras limite superior e inferior das curvas. A vértebra ápice (ou vértebra vértice) é fácil de localizar porque é a que mais se desloca do eixo longitudinal da coluna, mas determinar as vértebras limite inferior e superior de cada curva pode trazer alguma complicação, podendo-se confundir entre duas ou três vértebras contíguas. Ferguson localiza o centro de gravidade de cada uma destas vértebras e seguidamente une os seus centros de gravidade, a vértebra limite superior com a vértebra ápice e a vértebra limite inferior com a vértebra ápice. Posteriormente encontra-se o ângulo que forma as duas linhas rectas
- Método de Cobb: Uma vez localizadas as vértebras limite superior e inferior traça-se uma linha recta pela face superior da vértebra limite superior e outra linha recta pela face inferior da vértebra limite inferior. A seguir traçam-se rectas perpendiculares a estas duas linhas e encontra-se o ângulo da curva. Em alguns casos, é difícil localizar as vértebras limite superior e inferior de uma curva, sendo que existe um método bastante certo e eficaz. Consiste este método, em traçar linhas rectas na parte superior das vértebras que estão acima da vértebra ápice e a partir desta, e linhas pelas faces inferiores das vértebras que estão abaixo. Uma linha é convergente e outras divergentes. Nesta técnica procura-se ver quais são as linhas convergentes que determinam as vértebras limite superior e inferior; a partir daí, as linhas começam a ser divergentes com respeito à anterior. A vértebra ápice é fácil de localizar, sendo a que mais se desvia do eixo central da coluna, a que tem maior grau de rotação, e

normalmente, é a vértebra que apresenta um maior grau de acunhamento. Com esta fórmula localizam-se exactamente as vértebras que limitam a curva e no caso da escoliose com mais de uma curva, as vértebras de transição.

Pode, ainda, recorrer-se a outros exames complementares, nomeadamente: Tomografia Computorizada, Ressonância Magnética, Electromiografia.^[4,5]

O tipo de tratamento das escolioses estruturais depende da amplitude da curva, da sua flexibilidade, da etiologia e da idade biológica do paciente.^[4,5,8-18,20,21,24,25]

As curvas entre 25 e 40° podem, geralmente, ser tratadas conservadoramente (com Fisioterapia e Ortóteses). Na maior parte dos casos, as curvas com menos de 10 graus apenas requerem observação, excepto em pacientes muito jovens que têm escoliose neuromuscular e como tal um alto risco de progressão. Enquanto alguns pacientes com imaturidade óssea e curvas inferiores a 20 graus necessitam de usar um colete correctivo, outros haverá que não o necessitam.^[4,5,8-18,20,21,24,25]

Se um adolescente está a menos de dois anos de cessar o crescimento ósseo, a sua curvatura não demonstrou progressão e tem menos de 30 graus, o médico ainda pode considerar a hipótese de se manter em observação. No entanto, considerações como o nível de deformidade rotacional ou uma história familiar positiva podem sugerir um tratamento mais agressivo para alguns pacientes deste grupo. Qualquer paciente ósseamente imaturo, com uma curvatura significativa que mostre progressão, deve ser encaminhado para um cirurgião ortopédico com experiência no tratamento da escoliose, com vista ao uso de um colete correctivo. Uma vez que o erro de medição do ângulo de Cobb é de 3 a 5 graus, uma progressão da curvatura superior a 5 graus é considerada significativa.^[4,5,8-18,20,21,24,25]

Os coletes correctivos permitem a estabilização e impedem o aumento do colapso escoliótico durante o crescimento. Estão disponíveis vários tipos de coletes correctivos para o tratamento da escoliose, destacando-se os seguintes: Milwaukee, Lyon, Boston, Wilmington e Rosenberger.^[4,5,8-17]

Uma vez que as curvas da escoliose congénita não são flexíveis, os coletes não são um tratamento eficaz. No entanto, estes são por vezes utilizados para impedir a progressão da curvatura de compensação. Quando este efeito não é conseguido e se verifica a progressão da

escoliose congénita, a cirurgia será então indicada. A cirurgia é, também, indicada em curvas superiores a 40°. ^[4,5,8-17]

As técnicas cirúrgicas apresentam dois objectivos: impedir agravamentos futuros e corrigir a deformidade. O primeiro objectivo é obtido pela fusão óssea (desenvolvida nos anos 40-50, sendo, ainda, a mais praticada, actualmente) do segmento afectado, transformando as vértebras envolvidas na deformidade num bloco ósseo indeformável. Na década seguinte, apareceu o primeiro sistema instrumental posterior capaz de imprimir correcções em quase todos os tipos de escoliose estrutural. Conforme as características e gravidade da deformidade, a cirurgia correctiva das escolioses é efectuada por via posterior ou por via anterior, por vezes associando as duas abordagens. A abordagem e instrumentação posterior consiste na abordagem dorsal do segmento vertebral afectado, na aplicação de implantes constituídos por varetas longitudinais (varetas de Harrington), com capacidade de corrigir parcialmente o grau da curvatura final por distracção. As técnicas por via anterior (surgiram a partir dos anos 70) e são baseadas na excisão dos discos intervertebrais com osteossíntese e artrodese intersomática (instrumentação de Dwyer e de Zielke). ^[4,5,12]

2.2.1.1. Controlo postural na escoliose

A coluna vertebral apresenta como principais funções a estabilidade, embora adaptável e o suporte para os segmentos distais, envolvidos nas actividades motoras. Além disso, é uma área de transferência de carga entre corpo superior e inferior. Isto pode ser alcançado graças a estruturas osteo-ligamentares, relações musculares e controlo neural. Desta forma, a coordenação da contracção dos músculos (organização funcional) permite ao tronco modular as deslocações do centro de massa. O SN pode lidar com esta tarefa complexa de uma variedade de formas, incluindo ajustamentos de *feedforward* a distúrbios previsíveis, respostas mediadas por *feedback* a distúrbios não esperados (baseado em informação proprioceptiva, visual e vestibular) ou através de variação contínua da estabilidade na modulação da rigidez muscular. Contudo, na maioria das tarefas do tronco, o recrutamento dos músculos deve preceder o movimento dos membros para preparar a coluna para os movimentos reactivos. O controlo antecipatório dos músculos do tronco é também requerido de modo a garantir a estabilidade espinhal. ^[24,26,27] (Apêndice I)

O equilíbrio humano é o mais comum de todos os movimentos humanos que visa a locomoção bipodal o mais funcional e eficiente possível. Na locomoção, as pernas executam o movimento propulsivo primário, enquanto o tronco assiste a manutenção do equilíbrio e interactiva com os movimentos dos membros para alcançar uma locomoção eficiente. Deste modo, a cintura pélvica e os ombros rodam para o lado oposto de modo a permitir a posição da cabeça no eixo de progressão. Esta rotação oposta é permitida pelo movimento segmental da coluna. Na marcha normal, um padrão de activação apropriado da coluna e membros inferiores é também designado para controlar a mobilidade segmentar e equilíbrio do tronco em cada passo.^[28]

O *input* visual e vestibular, assim como os mecanorreceptores das articulações e tecidos moles são informações importantes na regulação da postura ortostática, estática. Cada uma destas fontes de *inputs* detecta e responde a tipos específicos de estímulos e perturbações posturais e cada região tem vias específicas pelas quais comunicam com outros reflexos posturais, assim como estruturas superiores do SN, nomeadamente os neurónios motores, o tronco cerebral e o córtex. Também é importante a integração do conjunto dos *inputs* sensoriais, uma vez que o cérebro tem de saber o estado constante da forma corporal e da postura. A consciência corporal e o esquema corporal não são mais do que construções mentais que compreendem os sentidos e as percepções sobre a organização dinâmica do corpo.^[22,24]

A estabilidade do esqueleto axial e lateral e as deslocações rotatórias vertebrais são reguladas por mecanismo postural reflexo, o qual por sua vez é modulado por aferências proprioceptivas, visuais e vestibulares. Perturbações, a qualquer nível deste circuito, podem levar a desequilíbrios posturais, o que se pode expressar ao nível da coluna, por escoliose.^[29]

Os pacientes com escoliose apresentam uma deformidade espinhal e, deste modo, exibem défices na mobilidade da coluna e do tronco, alterando a locomoção humana e défices perceptuais, na adaptação sensoriomotora, na aprendizagem e no controlo postural e do equilíbrio.^[26-28,30-32]

Os adolescentes com escoliose demonstraram: responder fracamente em testes combinados da função visual e proprioceptiva, comparando com controlos; orientação espacial deficitária; controlo postural fraco; respostas otolíticas vestibulo-oculares assimétricas e padrões de oscilação anormais; reflexos abdominais assimétricos; e aumento do potencial evocado sensoriomotor.^[24,30,32-36]

2.2.1.2. Influência da intervenção da fisioterapia na escoliose

O tratamento da escoliose abrange todas as fases típicas de prevenção. Na doença moderada, o tratamento consiste em prevenir a progressão da escoliose. Esta fase terapêutica é tradicionalmente definida como livre de tratamento (programa de exercícios com revisões regulares) e engloba a chamada escoliose menor (normalmente ângulo Cobb inferior a 20°). A prevenção mais tarde torna-se terapia. A forma principal de prevenção é um programa de exercícios específico e cinesioterapia. O objectivo é melhorar a capacidade neuromotora de acordo com as características da escoliose e características do paciente. Os programas são desenhados para melhorar as capacidades específicas dos indivíduos (equilíbrio, coordenação, controlo olho-mão) no contexto do equilíbrio biomecânico (movimento nos 3 planos espaciais). Outro aspecto é a prevenção secundária, isto é, tratamento para prevenir a lesão subsequente à presença de um estado avançado da doença. O objectivo principal nesta fase é regredir a escoliose, portanto, tratar a doença e a deficiência, para prevenir a limitação da actividade (incapacidade e participação). A prevenção terciária é frequentemente compreendida como reabilitação no sentido real. Esta fase é típica da recuperação.^[18-21,37,38]

A intervenção da Fisioterapia em pacientes com escoliose apresenta diversas abordagens, nomeadamente: terapia manual (massagem); estimulação eléctrica; ultrassons; mobilização, manipulação e tracção manual; exercícios de alongamento, essencialmente, do lado da concavidade; e activos isotónicos e fortalecimento, especialmente do lado da convexidade (vários programas são sugeridos).^[18,22,25,39,40]

Os objectivos da manipulação coluna e outros procedimentos fisioterapêuticos (estimulação eléctrica e exercícios) são relaxar, fortalecer ou alongar as estruturas músculo-tendinosas e/ou ligamentares. Mas também diminuir curvaturas escolióticas e reabilitar a fraqueza ou desequilíbrio postural ou neurológico subjacente.^[22]

Nas últimas décadas, surgiram muitas abordagens de exercícios, designadamente: os exercícios convencionais da Fisioterapia, Pilates, “abordagem científica dos exercícios para escoliose”, “terapia funcional individual para escoliose”, “reabilitação intensiva para escoliose”, “programa de exercícios fisiológico” e estabilização lombo-pélvica (estabilização do core).^[18,22,36,40-47]

De um modo geral, os exercícios devem centrar-se, tanto controlo do SNC, como na biomecânica corporal e visam diminuir ou estabilizar a progressão da curvatura espinhal e a sua

respectiva sintomatologia, aumentar o controlo neuromotor e a estabilidade espinhal, diminuir a biomecânica do colapso postural, aumentar a função respiratória e melhorar a força, o equilíbrio e a postura.^[21,24,40,48]

A generalidade dos exercícios direccionados para o tratamento da escoliose visa a estabilidade tronco, o controlo neuromuscular, a força e a *endurance*. Exercícios com estes fins são designados de exercícios de estabilização lombar, estabilização dinâmica, treino do controlo motor (neuromuscular), controlo da coluna neutra, fusão muscular, estabilização tronco ou estabilização do core, e podem ser realizados com ou sem incrementação de superfícies instáveis. O *core* representa o centro funcional da cadeia cinética, uma vez que estabiliza a coluna e o corpo com e sem movimento, e consiste numa “caixa” com abdominais à frente, paraespinhais e glúteos atrás, diafragma como tecto e pavimento pélvico e cintura pélvica como musculatura inferior.^[42,43,49,50]

A estabilidade do tronco tem sido definida como a co-activação dos músculos globais e locais. Os músculos globais são dinâmicos, fásicos e produtores de torque e incluem o recto abdominal, o oblíquo externo, o oblíquo interno (fibras anteriores) e os intercostais (porção torácica). Por sua vez, os músculos locais são posturais, tónicos e estabilizadores segmentares e englobam o multifidus, o psoas major; o transverso do abdómen, o quadrado lombar, o diafragma o oblíquo interno (fibras posteriores), os iliocostais e o longissimus (porções lombares).^[24,42]

Estudos nos mecanismos do controlo do tronco mostraram que padrões de recrutamento muscular durante tarefas posturais do tronco e movimento têm algumas particularidades. Ao contrário dos movimentos distais, as actividades do tronco requerem coordenação global e recrutamento muscular espinhal. De modo a manter estabilidade do tronco e adaptação a *inputs* destabilizadores derivados de forças internas e externas, padrões de actividade muscular devem ser activados rapidamente, sobretudo através de ajustamentos pré-programados (*feedforward*).^[24]

O controlo do tronco é, de uma forma geral, da responsabilidade de padrões muito rápidos de *feedback* e *feedforward* de activação muscular, os quais estão profundamente enraizados no sistema de controlo neural e dificilmente são alterados com treino. Foi hipotetizado que aumento do feedback e exercícios de força podia ser um importante estágio no programa de reabilitação visando reverter ou estabilizar escoliose.^[24]

Os estudos que contemplam a influência da Fisioterapia no controlo postural de adolescentes com escoliose resumem-se a um artigo; contudo através da análise de estudos que abordam a intervenção da Fisioterapia relativamente a aspectos biomecânicos, verificou-se que os resultados também indicam a sua influência no controlo neuromuscular, na postura e no equilíbrio. Foi, ainda efectuada outra pesquisa relativamente à influência dos exercícios de estabilidade lombar nos pacientes com escoliose, contudo não se encontraram estudos. Deste modo, procedeu-se à análise de artigos que estudam esta abordagem em população saudável. Finalmente, efectuou-se outra pesquisa sobre o controlo postural nos pacientes com escoliose, de forma a poder relacionar os aspectos biomecânicos da coluna com o controlo postural.

Relativamente à análise dos artigos referentes à influência da intervenção da Fisioterapia em adolescentes com escoliose, verificou-se a existência de inúmeros artigos.

Vários autores referem que não é possível retirar conclusões uma vez que é difícil estandardizar o tratamento por inúmeras variáveis: diversidade de abordagens, de *standards* e de linguagens; estudos com pouca base científica.^[18,51]

Num questionário a Fisioterapeutas, foi consensual que as características *standard* da reabilitação consistiam na auto-correcção, no treino das Actividades da Vida Diária (AVDs), na estabilização da postura correcta e na educação do paciente e que os objectivos de tratamento visavam manter a função e prevenir os sintomas, reverter a magnitude da curva e/ou prevenir a progressão da curvatura, a dor e a disfunção pulmonar.^[52]

Morningstar et al (2004) concluíram que a combinação da manipulação da coluna e da terapia postural diminuía significativamente a severidade do ângulo Cobb.^[22]

Outros autores relataram que a evidência actual para tratamento conservador era insuficiente e que não se podia concluir relativamente à eficácia das técnicas de manipulação, geralmente passivas, da massagem, da osteopatia e da quiroprática ^[19,37,40,52]. Negrini et al (2008) referem que a estimulação eléctrica é ineficaz.^[40] Negrini et al (2008) confirmam que não existe evidência sobre a eficácia da terapia manual e Negrini et al (2005) referem que a mobilização manual e a manipulação são de evitar.^[18,41]

No que concerne à intervenção baseada em exercícios existem conclusões contraditórias. Lenssinck et al, 2005 referem que a efectividade dos exercícios não está bem esclarecida uma vez que os estudos analisados apresentam fraca qualidade metodológica e são

heterogéneos^[19]. Por sua vez, Negrini et al (2008) apontam que a evidência para tratamento de adolescentes com EI é de nível 1.^[41]

Negrini et al, 2005, argumentam que o programa de exercícios específico é útil na prevenção da progressão da deformidade e visa melhorar o controlo neuromuscular e postural da coluna, equilíbrio e propriocepção e fortalecer o tónus muscular torácico. Acrescentam, ainda, que deve ser realizado regularmente, de forma individual ou em grupo.^[18]

Num estudo comparativo entre a Fisioterapia usual e a “abordagem científica dos exercícios para escolioses” concluiu-se que não existiam diferenças estatisticamente significativas entre elas, embora o ângulo Cobb e o ângulo Bunnell melhoraram no grupo da “abordagem científica dos exercícios para escolioses”.^[48]

Negrini et al (2008) apontam que “Abordagem científica dos exercícios para escoliose” diminui a necessidade de coletes correctivos, melhora os parâmetros da escoliose (ângulo Cobb e ângulo Bunnell), normaliza o equilíbrio e a coordenação e activa a auto-correcção dos exercícios para diminuir a curvatura.^[41]

O estudo sobre a “terapia funcional individual para escoliose” ocorreu diminuição da rotação do tronco na curva primária e aumento das capacidades para correcção da postura activa.^[44]

A “reabilitação intensiva para escoliose” apresenta princípios sensoriomotores e cinestésicos, é individualizada, combina padrões comportamentais correctivos com métodos de Fisioterapia, facilita a correcção da postura assimétrica e ensina os pacientes a corrigir a postura nas AVDs. O “programa de exercícios fisiológico” consiste em exercícios de mobilidade simétrica, exercícios assimétricos e postura nas AVDs fisiológica. Um estudo sobre estas abordagens concluiu que a combinação destas duas intervenções contribui para a diminuição significativa do desvio lateral e da rotação.^[38]

Weiss e Goodall, 2008 relatam que Fisioterapia pode alterar sinais e sintomas de escoliose se for efectuada 6 horas por dia e 4-6 períodos por semana.^[21]

Relativamente aos exercícios de estabilidade lombar (estabilidade do core), na população saudável, verificou-se que os exercícios da ponte contribuem para fortalecer os músculos do tronco e controlar a posição e o movimento da coluna e que os exercícios em superfícies instáveis (tais como, a bola terapêutica) são mais eficazes, uma vez que alteram tanto o nível

de actividade muscular como a forma de os músculos se co-activarem para estabilizar a coluna e o corpo todo^{32,38,39,40,41}. Segundo Behm et al (2010) a musculatura *core* responde de forma positiva a múltiplas séries, de muitas repetições (>15).^[53]

Dos estudos sobre o controlo postural nos pacientes com EI conclui-se que esta patologia interfere nos mecanismos sensoriomotores, o que se repercute no controlo do equilíbrio. O controlo do equilíbrio é mais influenciado pela propriocepção da tíbio-társica, do que pela perturbação visual.^[26]

Ainda se relatou que adolescentes com EI apresentam anormalidades posturais evidentes na posição ortostática estática e dificuldade na reponderação dos *inputs* sensoriais, após breve período de privação sensorial.^[27,36,54]

Também se verifica que os pacientes com EI mostram sempre comportamento dinâmico mais lento que os saudáveis e que, para ambos os lados do passo, o índice de assimetria era superior no grupo com escoliose. Adolescentes com escoliose mostraram aumentos significativos da variabilidade dos parâmetros dinâmicos.^[30,32]

Por fim, estudos electromiográficos durante a marcha mostraram que o quadrado lombar, o extensor da coluna, o médio glúteo e o semitendinoso contraíam durante uma longa parte do passo nos pacientes escolióticos, comparando com os do grupo controlo.^[28]

Smania et al (2008) que analisaram a literatura relativa às bases neurofisiológicas da reabilitação de adolescentes com EI concluíram que a experiência pode levar à sintonia e aumento da eficácia do movimento/equilíbrio/postura, mas que as características dos padrões gerais são as mesmas. Ou seja, as modificações do padrão postural do tronco através do treino são um desafio difícil. Estudos electromiográficos em adolescentes com EI demonstraram a presença de padrões de recrutamento muscular afectados. É ainda de salientar que a activação muscular do transverso do abdómen altera as estratégias de *feedforward* e que o treino dos músculos paraespinhais é importante para ganhos de força e aumento da consciência do corpo. Para aumentar a consciência corporal é extremamente pertinente o *feedback* sensorial (por exemplo, espelho, mãos do Fisioterapeuta e facilitação verbal).^[24]

2.2.2. Cifose e Lordose/Hiperlordose

2.2.2.1. Cifose

Das deformidades que se podem desenvolver durante a infância e adolescência, a cifose continua a ser muitas vezes negligenciada.^[55]

A cifose é uma curvatura fisiológica da coluna torácica de raio anterior com cerca de 20 a 40 graus de amplitude, que lhe é dada pelo formato ligeiramente em cunha do corpo vertebral e dos discos, que são mais finos e ligeiramente achatados na sua posição mais anterior. No entanto, há situações em que esta curvatura fisiológica está exagerada e que é considerada patológica.^[2,13,18]

Existe muita controvérsia relativamente aos limites de normalidade das curvas sagitais da coluna lombar. Na coluna torácica os valores acima de 50 a 55 graus são considerados como deformidade cifótica e, na coluna cervical ou lombar, qualquer curvatura de angulação dorsal pode ser considerada como cifose patológica.^[1,18]

A cifose pode localizar-se na região dorsal, dorso-torácica e toraco-lombar. Neste último caso, encontra-se uma rectificação da lordose lombar, que contribui para a redução da mobilidade desta região.^[1,18]

Os elementos da parte anterior da coluna vertebral (corpo vertebral e disco intervertebral) resistem às forças de compressão e, por sua vez, os elementos posteriores (lâmina, articulações, ligamentos supra e interespinhoso) resistem às forças de tracção. A deformidade cifótica ocorre quando a coluna vertebral é incapaz de resistir a uma ou ambas as forças (compressão ou tracção).^[1,18]

O aumento da curvatura cifótica promove alterações anatómicas ocasionando o dorso curvo, gibosidade posterior, encurtamento vertebral e pode ocorrer défice respiratório, por reduzir a capacidade de sustentação da coluna vertebral e também a diminuição da expansibilidade torácica. A cintura escapular torna-se projectada para a frente, com deslocamento das escápulas para baixo e para frente. A musculatura peitoral torna-se hipertónica e a dorsal hipotónica. A cabeça é projectada à frente da linha de gravidade, ocasionando uma hiperlordose cervical. Toda a hipercifose, de um modo geral, tem uma lordose compensadora, cervical e lombar, para dessa forma poder manter a sustentação do corpo, mesmo que descompensada.^[1,18]

A etiologia da cifose patológica abrange um grande número de doenças (congénitas, distúrbios do crescimento, trauma, tumores, processos infecciosos, degenerativas ou iatrogénicas) que alteram a biomecânica da coluna vertebral nas suas funções básicas. [1,18]

As cifoses podem classificar-se em: flexíveis e finas ou em congénitas (por hemivertebra) e adquiridas (todas as outras). [1,2,18]

As cifoses flexíveis podem ser de três tipos: [1,2,18]

- Cifose postural: A mais corrente, por defeito de postura, ocorrendo com maior frequência nos adolescents, doentes obesos e nos de sexo feminino após a menopausa e a gravidez. Tem a particularidade clínica de o doente poder voluntariamente corrigir essa curvatura exagerada na posição de pé e de ser reversível na posição de hiperextensão em decúbito ventral. O tratamento desta lesão é através da correcção postural, fortalecimento muscular dos extensors e dieta no caso de excesso de peso.

A cifose postural é muito comum na adolescência, tanto nos rapazes como nas raparigas. Estes adquirem maus hábitos no sentar, andar, estudar e até mesmo em pé. Nos adultos, em mulheres idosas, a cifose pode aparecer devido a osteoporose, cujas vértebras em consequência de uma rarefacção óssea, ficam fracas ou em forma de cunha. Também é possível localizar a cifose na adolescência em jovens altos, como forma de quererem esconder sua estatura, para não se destacar perante os colegas de mesma idade. As raparigas, com o peito grande, também adoptam uma postura cifótica com o objectivo de o esconder. No entanto, se estes adolescentes não receberem uma orientação a tempo e adequada, a cifose que inicialmente é postural, pode tornar-se estrutural.

O tratamento para cifose postural apresenta bons resultados quando ainda não temos deformidades estruturais nos corpos vertebrais e o mesmo deve ser realizado ainda na fase de crescimento da criança.

- As outras duas situações de cifoses flexíveis são por fraqueza muscular (exemplo, distrofias musculares e poliomielite) ou como curvatura de compensação do exagero da lordose lombar em situações de flexão fixa das coxofemurais (por exemplo).

Dentro das cifoses fixas podem distinguir-se essencialmente três tipos: [1,2,4,18,55,56]

- Cifose adolescente (Doença de Scheuermann): Também conhecida por osteocondrite dos pratos vertebrais, pois afecta essencialmente o prato vertebral em crescimento, tornando-o irregular, por vezes com soluções de continuidade em que há proclividade do material discal para dentro do corpo da vertebra. É uma situação de etiologia desconhecida que afecta ambos os sexos em idades compreendidas entre os 12 e os 15 anos. O quadro clínico começa geralmente na puberdade e com maior frequência no sexo masculino. O adolescente queixa-se frequentemente de dorsalgias e de sensação de cansaço localizado a esta região, que se pode agravar para o fim do crescimento. Os movimentos da coluna são normais mas a deformidade da coluna dorsal, com uma cifose bem marcada e regular, é fixa e não corrige nas manobras de flexão anterior ou de hiperextensão em decúbito ventral. Estes doentes apresentam uma hiperlordose lombar e por vezes, encurtamento dos músculos isquiotibiais que produzem um falso sinal de “Laségue”. No que se refere às investigações, os exams laboratoriais são normais sendo o diagnóstico feito essencialmente pelo raio X simples em perfil, que revela corpos vertebrais em cunha (mais frequentes D6 a D10), com irregularidade dos pratos discais (em particular na 1/3 anterior), por vezes com zonas radiolúcentes correspondentes às proclividades discais conhecidos por nódulos de Schmorl. Quanto à história natural desta situação, na maioria dos casos melhora uma vez atingida a idade adulta. No entanto, quando a deformidade é grande ou o envolvimento é predominantemente lombar, existe frequentemente um quadro doloroso que se mantém pela idade adulta. Os casos em que a deformidade é moderada, serão passíveis de tratamento conservador com correcção postural, ginástica e “bracing”, com ortóteses mais ou menos sofisticadas que provocam uma força correctiva que contraria a cifose durante o período em que são utilizadas, estando a terapêutica cirúrgica reservada apenas para casos com deformidades mais marcadas.
- Espondilite anquilosante: Doença inflamatória crónica com envolvimento preferencial da coluna toraco-lombar e das articulações sacro-ilíacas. A cifose nas espondiloartropatias seronegativas deve ser tratada com o controlo da doença de base e com reabilitação para reforço da musculature extensora vertebral com o objective de impedir a progressão da deformidade cifótica, que muitas vezes pode chegar aos 90°, dificultando assim o ângulo de visão dos doentes. Só nestes casos está indicada a cirurgia para correcção da deformidade.

- Cifose senil: Nestes casos a deformidade não é redutível, nem de pé nem em decúbito surgindo apenas em doentes de idade avançada e fruto do colapso vertebral e da perda de altura dos discos neste segmento dorsal da coluna vertebral. A cifose senil é mais frequente no sexo feminino consequência das alterações induzidas pela osteoporose no esqueleto axial. As linhas essenciais do seu tratamento baseiam-se na prevenção da osteoporose bem como no trabalho postural e no reforço muscular da musculature extensora da coluna.
- Cifoses congénitas: Existe um defeito ou na formação da vértebra (incompleto desenvolvimento da metade anterior do corpo, com cunha posterior) ou na separação (segmentação) dos corpos vertebrais que estão unidos na posição mais anterior, formando uma barra óssea que não acompanha o crescimento, provocando assim uma cifose desse segmento. São deformidades que têm um carácter progressivo com o desenvolvimento e em que o tratamento conservador não é eficaz, pelo que a solução é essencialmente cirúrgica, quando a gravidade da lesão o justifica.
- Cifose pós-fracturária: Resulta de uma fractura em cunha não tratada, em que a cifose se agravou à custa do colapso angular de uma das vértebras. O tratamento desta situação consiste essencialmente na sua prevenção, uma vez que estabelecida a deformidade só a cirurgia permite a sua correcção.
- Cifose pós-osteomielite vertebral: Talvez a mais frequente destas lesões seja após infecções a Mycobacterium Tuberculose. Ocorre predominantemente na coluna lombar ou torácica e é a forma mais comum de tuberculose óssea. Afecta com maior frequência os grupos etários mais jovens e os mais idosos, localizando-se preferencialmente na metade mais anterior do corpo junto do “prato discal”, com destruição precoce do disco intervertebral e do corpo da vértebra, por vezes com abscesso fusiforme paravertebral que se estende ao longo da “face anterior dos corpos vertebrais descolando o ligamento comum anterior, o que condiciona a contaminação de outros níveis com colapso de uma ou mais vértebras e com cifose angular rígida desse segmento. O quadro clínico desta patologia depende da fase em que é diagnosticada, da extensão da infecção, da existência ou não de abscesso intracanal que possa comprimir a medulla ou as raízes nervosas, do grau de cifose e de destruição óssea... o tratamento destas lesões reside na instituição de terapêutica antibiótica específica até à irradicação do foco infeccioso e consolidação da lesão

óssea vertebral. A consolidação da vértebra(s) lesadas ocorre muitas vezes espontaneamente mas, em determinadas circunstâncias, pode ser coadjuvada pela cirurgia para limpeza e desbridamento do abscesso vertebral e artrodese da coluna nesse segmento de modo a prevenir a progressão da lesão e assim impedir a deformidade patológica.

O diagnóstico da cifose pode ser efectuado com base na avaliação objectiva, com análise de postura, palpação de possíveis anormalidades e testes de mobilidade (amplitude de movimento) e de flexibilidade. Também se poderá recorrer a radiografias.^[1,18]

O ângulo da cifose é mensurado através do método de Cobb. Bradford et al (1994) utilizaram as vértebras D1 e D12 para o cálculo do ângulo da cifose. Já Teixeira (2006) utilizou-se das vértebras C7 e D12 enquanto Leroux et al (2000) usaram D2 e D12.^[1]

Alguns autores, concluíram que o ângulo normal da cifose torácica varia entre 20° e 40° (Poolman, Been e Ubags, 2002). Loubresse, Vialle e Wolff (2005) citam que o ângulo médio da cifose torácica é 37°, porém, outros estipularam que o limite entre fisiológico e patológico é o intervalo de 20° a 60° (Fon, Pitt e Thies, 1980).^[1]

O tratamento da cifose patológica é cirúrgico, com exceção da Doença de Scheuermann com valores angulares abaixo de 70 a 75 graus, que apresenta bons resultados com o tratamento conservador. O tipo de tratamento cirúrgico empregue no tratamento da cifose patológica está intimamente relacionado com as características biomecânicas e morfopatológicas da deformidade, e também à presença de compressão das estruturas nervosas, existindo muitas opções técnicas para resolver esse problema.^[55]

2.2.2.2. Lordose ou hiperlordose

Hiperlordose é o termo utilizado para determinar o aumento da curvatura anterior (cervical e lombar) fisiológica. A região lombar desempenha um papel de suma importância para a posição ereta visto que assiste a manutenção da postura vertical. A pélvis é a área mais estável do corpo e funciona como um amortecedor durante o passo. A curvatura lombar equilibra-se sobre a pélvis e tem a capacidade de variar a sua inclinação em relação à pélvis. Um aumento no ângulo lombo-sagrado determina que a curvatura lombar seja aumentada, a fim de promover o equilíbrio do corpo. Foi verificado que alterações na lordose lombar influenciam vários

aspectos da mecânica da coluna podendo causar lesões nos tecidos adjacentes. A flexão, além do fisiológico, da coluna lombar, comparada com a postura normal resulta em: redução de força dos músculos extensores; aumento do risco de lesões nos ligamentos e herniação posterior do disco; e diminuição da tolerância de esforços físicos – como o transporte de peso. ^[1,2,18]

O procedimento mais comum para a mensuração da lordose é o método de Cobb. Há vários parâmetros diferentes para mensurar o ângulo da lordose. Alguns autores, embasados no método de Cobb, traçaram uma linha perpendicular a D12 e outra perpendicular a S1 e na intersecção dessas linhas obtém-se o ângulo de Cobb (Propst-Proctor e Bleck, 1983; Voutsinas e Macewen, 1986; Bernhardt e Bridwell, 1989; Gelb et al, 1995; Vedantam e tal, 1998). ^[1]

Não há padrão para a forma exacta da coluna lombar em repouso, variando de indivíduo para indivíduo, dificultando assim a definição do que pode ser chamado de curvatura lombar normal (Bogduk, 1997; Vialle et al, 2005). Bradford et al (1994), utilizando a vértebra L1 e o sacro, encontrou um intervalo de 33° a 79° para ângulos normais da lordose lombar, e de 18° a 69° quando utilizado o intervalo, L1 a L5, para a mensuração. Já Propst-Proctor e Bleck (1983) fixam os valores entre 22° e 54° e Bernhardt e Bridwell (1989) colocam entre 14° e 69°, com média em 44°, para os ângulos normais. Leroux et al (2000) encontraram 52° de curvatura normal lombar. Por fim, Vialle et al (2005), utilizando radiografias digitalizadas, encontraram 60° de curvatura. Como se constatou, há uma discrepância de valores na mensuração da lordose. Fernand e Fox (1985), Jackson e McManus (1994) e Harrison et al (2001), justificam referindo que há uma carência de estudos que avaliam o ângulo normal da curvatura lombar e que apesar de muitos usarem o método de Cobb, não há definição e consenso nos parâmetros utilizados para mensurar o ângulo. ^[1]

A hiperlordose lombar pode interferir no estado emocional do indivíduo, além de resultar em distúrbios dermatofuncionais, devido à diminuição do retorno venoso e linfático; e flacidez muscular e da pele, ocasionados pela hipotonia muscular. Sendo assim, alguns distúrbios estéticos associam-se a problemas posturais. Porém, há uma carência de protocolos de avaliação e de programas de tratamento apropriados. ^[57]

2.2.2.3. Intervenção da fisioterapia na cifose e lordose/hiperlordose

Poucos estudos (Frigo et al, 2003; Leroux et al, 2000; Mac-thiong et al, 2003) avaliaram a influência de actividades ou movimentos na coluna vertebral no plano sagital, por meio da medida da cifose torácica e da lordose lombar. ^[51,56]

Não existe evidência científica suficiente para estabelecer um protocolo de avaliação. Contudo, são relatadas as seguintes indicações: história clínica; avaliação geral (comorbilidades); exame da pele; análise da postura; avaliação da mobilidade da coluna, particularmente da flexão anterior; exame radiológico; e, por vezes, Ressonância Magnética, Tomografia Computorizada, Cintigrafia Óssea e análise laboratorial. ^[18]

Também não existe evidência científica para estabelecer um protocolo de tratamento. Porém, defendem-se os seguintes objectivos de tratamento: correcção ou contenção da progressão das estruturas de suporte da coluna; melhoria do controlo neuromuscular corporal; melhoria na estética; contenção do *stress* psicológico; e redução da sintomatologia dolorosa. ^[18,51]

Um programa de exercícios regular, individual ou em grupo, parece ser benéfico nas formas funcionais/posturais e deve apresentar como metas: melhorar o controlo postural da coluna, o equilíbrio e a propriocepção; fortalecer o tónus dos músculos posteriores; e o treino da manutenção de uma correcta postura durante a realização das AVDs. ^[5,18]

A maioria dos artigos encontrados estuda a intervenção da Fisioterapia, através da implementação de um programa de exercícios e verifica que este parece ser eficaz, do ponto de vista clínico e funcional, de forma pouco objectiva, não focando parâmetros do controlo postural. ^[18,51,58]

3. Metodologia

3.1. Identificação das necessidades

A boa postura é o estado de equilíbrio muscular e esquelético que protege as estruturas de suporte do corpo contra lesão ou deformidade progressiva, independentemente da atitude (erecta, deitada, agachada, curvada) nas quais essas estruturas estão a trabalhar ou em repouso. Sob tais condições, os músculos funcionam mais eficientemente e posições ideais são proporcionadas para os órgãos torácicos e abdominais. A má postura é uma relação defeituosa entre várias partes do corpo, que produz uma maior tensão sobre as estruturas de suporte e onde ocorre um equilíbrio menos eficiente do corpo sobre a sua base de suporte.

As alterações posturais em crianças e adolescentes afectam a anatomia, a mobilidade e a simetria do tronco e, conseqüentemente, podem modificar a locomoção humana e conduzir a défices perceptuais, na adaptação sensoriomotora, na aprendizagem e no controlo do equilíbrio.^[24,26-28,30,-32]

De entre os distúrbios ortopédicos, as alterações posturais da coluna são as mais incidentes. Este facto é preocupante, pois na infância e na adolescência o sistema musculoesquelético ainda se está a desenvolver, o que torna o corpo mais susceptível a deformações.

A incidência das alterações posturais nas crianças é bastante significativa devido às situações vulneráveis em que permanecem nas escolas, em posturas inadequadas, actividades assimétricas repetidas e a grande quantidade de peso de material que as crianças levam para a escola. As posturas das meninas de 11 a 12 anos e dos meninos de 13 a 15 anos (fase do “estirão de crescimento”) sofrem transformações em busca de equilíbrio para as novas proporções do seu corpo e os seus hábitos de postura, bons ou maus, terão reflexo no futuro. A partir do momento que os pais e professores ficam cientes dos bons hábitos posturais e são capazes de identificar influências e hábitos que tendem ao desenvolvimento da boa e da má postura, eles podem contribuir para o bem-estar da criança em crescimento e prevenir o mau alinhamento postural.^[2]

A Fisioterapia consiste numa possível forma de tratamento das crianças e adolescentes com alterações posturais, quer através de terapia manual, quer através de exercícios. Os

programas de exercícios disponíveis são diversos e não existe um consenso sobre qual o mais eficaz. Além do referido, em alguns artigos científicos e na literatura continua a ser mencionado que a evidência não suporta a prática da Fisioterapia ^[4,5,51]. Ademais, na prática clínica diária constata-se que estes pacientes exibem melhorias a nível dos sinais e sintomas e em termos funcionais, o que se repercute nos padrões motores, no esquema e consciência corporal, na postura, no controlo e estabilidade postural e no equilíbrio.

De uma forma geral, os Fisioterapeutas recomendam a intervenção da Fisioterapia e apontam os mesmos objectivos no tratamento das alterações posturais em crianças e adolescentes, nomeadamente: manter a função e prevenir sintomas, diminuir ou estabilizar o grau da curvatura, a dor e a disfunção pulmonar através de auto-correcção, treino de AVDs, estabilização da postura correcta e educação do paciente. ^[18,52]

A intervenção da Fisioterapia apresenta diferentes abordagens de tratamento, nomeadamente terapia manual (massagem; mobilização, manipulação e tracção; estimulação eléctrica e ultrassom) e programas de exercícios, os quais apresentam inúmeros artigos publicados. Contudo, é de salientar que as diferentes metodologias de estudo, a subjectividade dos instrumentos de avaliação e a diversidade de abordagens de terapia manual e de programas de exercícios limitam e enviesam as conclusões. ^[18,38,41,44,48,51]

Após o que foi exposto, pode concluir-se que a intervenção da Fisioterapia em crianças e adolescentes com alterações da curvatura da coluna vertebral necessita de mais estudos, sobretudo que visem a uniformização das práticas, por exemplo: definir qual o programa de exercícios mais eficaz e apresentá-lo no artigo (não apenas mencionar) e apresentar as características do mesmo, em termos de repetições, séries, tempo de repouso e frequência semanal.

Num momento fulcral de necessidade de afirmação profissional e prática baseada na evidência, surge este projecto que visa estudar, objectivamente, a influência da Fisioterapia, a nível neuromuscular (músculo-esquelético e postural através da distribuição das pressões plantares) em crianças com alterações da curvatura da coluna vertebral.

Tendo em conta estas necessidades normativas, justificou-se a necessidade de implementação deste projecto.

3.2. Finalidades

- Contribuir para a prática baseada na evidência.
- Verificar o benefício da intervenção da Fisioterapia nas alterações da curvatura da coluna vertebral, a nível neuromuscular.
- Contribuir para a promoção da saúde, prevenção e manutenção ou melhoria das alterações da curvatura da coluna vertebral.
- Introduzir a prática da Fisioterapia, em contexto escolar.

3.3. Questões Orientadoras

- A intervenção da Fisioterapia é benéfica na melhoria das alterações da curvatura vertebral, a nível músculo-esquelético?
- A intervenção da Fisioterapia é benéfica na melhoria das alterações da curvatura vertebral, a nível do controlo postural?

3.4. Hipóteses Nulas

H_0 : A intervenção da Fisioterapia não é benéfica na melhoria das alterações da curvatura vertebral, a nível músculo-esquelético.

H_0 : A intervenção da Fisioterapia não é benéfica na melhoria das alterações da curvatura vertebral, a nível do controlo postural.

3.5. Objectivos

3.5.1. Objectivos gerais

- Verificar se a intervenção da Fisioterapia é benéfica na melhoria das alterações da curvatura vertebral, a nível músculo-esquelético.
- Verificar se a intervenção da Fisioterapia é benéfica na melhoria das alterações da curvatura vertebral, a nível do controlo postural.

3.5.2. Objectivos específicos

- Melhorar amplitudes articulares e a flexibilidade;
- Melhorar o alinhamento corporal e da curvatura da coluna vertebral;
- Melhorar a força muscular, sobretudo dos músculos do *core*;
- Melhorar o equilíbrio e a coordenação;
- Melhorar a consciência/esquema corporal;
- Melhorar ou manter a funcionalidade (promover crescimento).

3.6. Definição das variáveis em estudo

3.6.1. Variáveis independentes

- Programa de exercícios de Fisioterapia.

3.6.2. Variáveis dependentes

- Amplitudes articulares e flexibilidade;
- Alinhamento corporal e da curvatura da coluna vertebral;
- Força muscular, sobretudo dos músculos do *core*;
- Equilíbrio, coordenação e controlo postural;
- Consciência/esquema corporal;
- Funcionalidade (crescimento).

3.7. Desenho do estudo

Apesar de o estudo realizado apresentar características de um estudo experimental (manipulação de, pelo menos, uma variável, independente, para observar o seu efeito e relação com uma ou mais variantes dependentes; procura diferenças entre conjuntos de resultados), do tipo ensaio clínico não controlado (sem grupo de controlo), considera-se que esta investigação consistiu num estudo observacional (sem a manipulação do fator de estudo), analítico (explica as características das frequências ou associações entre estas e outros factores observados) e foi prospectiva (envolveu a identificação de um grupo de pessoas a estudar e posteriormente a recolha da informação pretendida na altura) e longitudinal.^[59-61]

3.8. População alvo e amostra

A população alvo deste projecto consistiu nas crianças, de ambos os sexos, com alterações da curvatura da coluna vertebral, de duas turmas do 6º ano (total de 43 alunos), da Escola Básica dos 2º e 3º ciclos, dos Olivais, pertencente ao Agrupamento-Escola Santa Maria dos Olivais.

A amostra, seleccionada pelo método de conveniência por ser facilitada a recolha dos dados, bem como acarretar menos custos de investigação, consistiu na população alvo e apresentou os seguintes critérios de inclusão e exclusão:

➤ CrITÉrios de Inclusão:

- ☛ Alterações da curvatura da coluna vertebral (escoliose – só considerado o teste de Adams; cifose; hiperlordose; lordose rectificada), identificadas após a realização de um rastreio (Apêndice II).
- ☛ Ambos os sexos.
- ☛ Faixa etária 11-13 anos.

➤ CrITÉrios de Exclusão:

- ☛ Presença de outras doenças ou lesões (músculo-esqueléticas, respiratórias, circulatórias, neurológicas, cognitivas, psicológicas).
- ☛ Frequentar tratamentos de Fisioterapia.

➤ Definição dos grupos do estudo:

O projecto apresentou apenas um grupo de estudo - grupo experimental.

3.9. Procedimento

3.9.1. Etapas de implementação do projecto

O estudo compreendeu as seguintes etapas de implementação:

- I – Reunião com os directores do Agrupamento-Escola: explicar o projecto e definir os *timings* de cada uma das etapas de implementação. O contacto com os Encarregados de Educação e a obtenção das autorizações (consentimento informado) foi efectuado pelos directores do Agrupamento-Escola e pela Professora de Educação Física, Mestre Cristina Escada. (Apêndice III)
- II – Formação dos docentes e alunos do 3º ano da Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa (ESTeSL) relativamente à aplicação do protocolo de avaliação.

- III – Rastreio (Apêndice II) dos alunos da escola, de forma a detectar as alterações da curvatura da coluna vertebral, ou seja, a constituir a amostra.
- IV – Acção de sensibilização à população-alvo sobre postura, efectuada pela mestranda. Tópicos abordados: o que é a postura; quais as posturas a evitar; quais as mais correctas; exercícios de relaxamento (alongamentos) da coluna que devem ser efectuados várias vezes ao dia.
- V – Formação da Professora de Educação Física, Mestre Cristina Escada, relativamente à implementação do programa de exercícios.
- VI - Avaliação inicial (aplicação do protocolo de avaliação e estudo das pressões) (Apêndice IV e V).
- VII – Implementação do programa de exercícios (3 sessões).
- VIII – Avaliação final (aplicação do protocolo de avaliação e estudo das pressões) (Apêndice IV e V).

3.9.2. Programa de exercícios

O programa de exercícios apresentou um total de 3 sessões, com uma frequência semanal de 1 dia e cada sessão durou aproximadamente uma hora.

O programa de exercícios aplicado foi implementado pela Professora de Educação Física, previamente formada pela Fisioterapeuta responsável pelo estudo.

O programa de exercícios foi direccionado para as alterações da curvatura da coluna vertebral, não sendo específico apenas para uma. Consistiu num programa de correcção postural geral, de forma a permitir a sua reprodução futura no meio escolar e visa melhorar o controlo e a higiene postural, a mobilidade e a flexibilidade da coluna, a força e a sinergia muscular, a propriocepção, a coordenação e o equilíbrio e a funcionalidade.

Os exercícios foram iguais para todos os elementos, havendo a possibilidade de variantes numa situação de dor/desconforto ou de incapacidade na realização de algum dos movimentos. Entre cada tipo de exercício existiu um período de repouso de cerca de 15-20 segundos.

Durante a execução dos exercícios prevaleceram os seguintes princípios: respiração costal inferior, sendo a expiração no momento de maior esforço físico; alinhamento das estruturas corporais; ausência de compensações; contracção mantida do transverso do abdómen e do *multifidus*.

Seguidamente apresenta-se o programa de exercícios (Figuras 1-48):



Figura 1

Na posição ortostática, rotação da coluna/tronco e membros superiores, de forma solta.
Efectuar 10 repetições, 5 para cada lado.



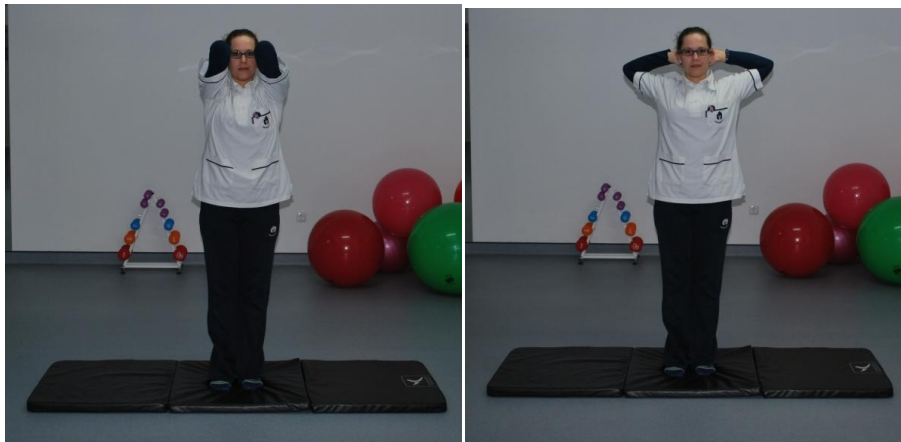
Figura 2

Na posição ortostática, alongar membros superiores.
Manter o alongamento 20 segundos e efectuar 10 repetições.



Figura 3

Na posição ortostática, partindo da posição anterior, inclinar lateralmente o tronco. Efectuar 10 repetições, 5 para cada lado, mantendo cada alongamento 20 segundos.



Figuras 4 e 5

Na posição ortostática, com as mãos atrás da cabeça abdução/adução horizontal. Efectuar 10 repetições.



Figura 6

Na posição ortostática, com as mãos dadas atrás das costas, alongar os músculos peitorais. Efectuar 10 repetições.



Figura 7

Na posição ortostática, efectuar a flexão do joelho e anca de um membro inferior e alternar com o outro membro. Auxiliar com as mãos. Efectuar 10 repetições para cada membro inferior.



Figura 8

Na posição ortostática, efectuar hiperextensão da anca. Efectuar 10 repetições para cada membro inferior.



Figura 9

Na posição ortostática, efectuar agachamentos com os ombros em 90º de flexão e com as mãos entrelaçadas. Efectuar 10 repetições.



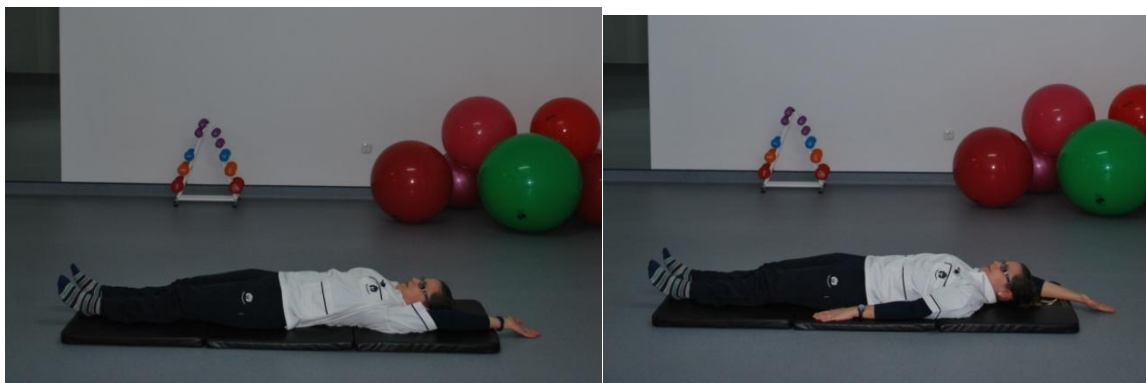
Figura 10

Na posição ortostática, efectuar 10 *lunges* para um membro inferior e repetir no outro.



Figura 11

Na posição ortostática, efectuar a posição de “avião” com os ombros abduzidos a 90°. Efectuar uma repetição para cada membro inferior (em carga) e manter 20 segundos.



Figuras 12 e 13 - Em decúbito dorsal, efectuar flexão alternada dos ombros. Efectuar 10 repetições, para cada membro superior.



Figura 14

Em decúbito dorsal, efectuar flexão da anca e joelho de um membro inferior e alternar com o outro membro. Auxiliar com as mãos. Efectuar 10 repetições para cada membro inferior.



Figura 15

Em decúbito dorsal, efectuar flexão de ambas as ancas e joelhos e do tronco e manter este alongamento 20 segundos. Repetir 10 vezes.

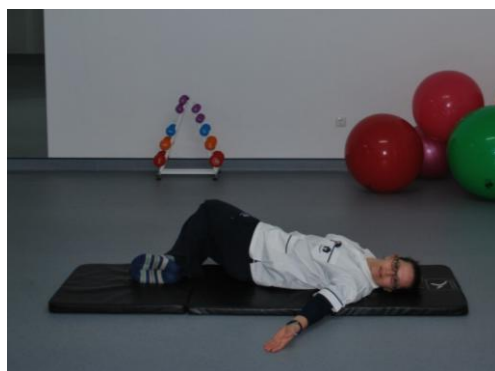


Figura 16

Em decúbito dorsal, com os joelhos flectidos e ombros abduzidos, efectuar rotação de ambos os joelhos para um lado e rotação da coluna cervical para o lado oposto. Repetir 10 vezes, para cada lado.

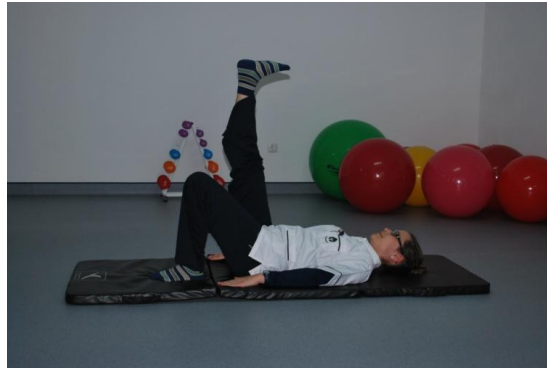


Figura 17

Em decúbito dorsal, com um joelho flectido e em apoio, efectuar extensão da anca oposta. Mantendo esta posição, realizar movimentos circulares (circundução). Efectuar 10 repetições e repetir para o outro membro.



Figura 18

Em decúbito dorsal, ambos os joelhos em extensão, efectuar extensão da anca de um membro inferior e com as mãos alongá-lo. O tronco também é flectido. Efectuar 10 repetições para cada membro inferior.

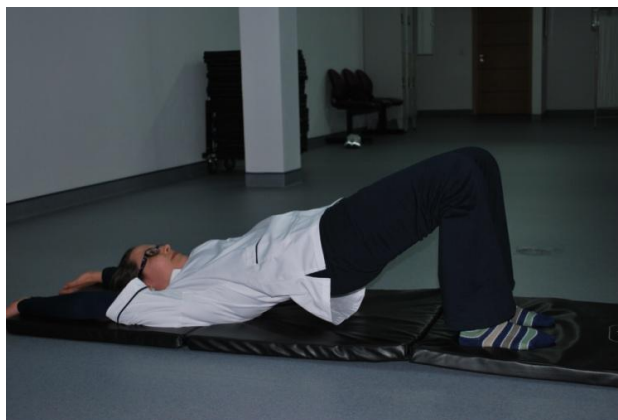


Figura 19

Em decúbito dorsal, com os ombros em flexão máxima, efectuar a ponte 10 vezes.



Figura 20

Após o exercício anterior, manter a posição de “ponte” e ombros em flexão máxima e efectuar extensão dos joelhos alternadamente. Efectuar 10 repetições para cada membro inferior.



Figura 21

Em decúbito dorsal, com ambas as ancas e joelhos mantidos a 90º de flexão, efectuar pequenos movimentos de flexão de ambos os ombros em simultâneo. Efectuar 10 repetições.

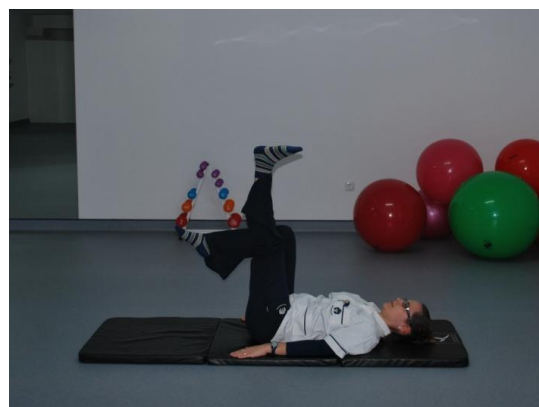


Figura 22

Na posição anterior, efectuar extensão de um joelho de cada vez. Efectuar 10 repetições para cada membro inferior.

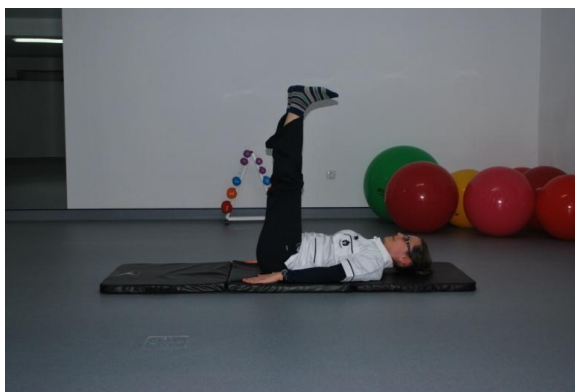
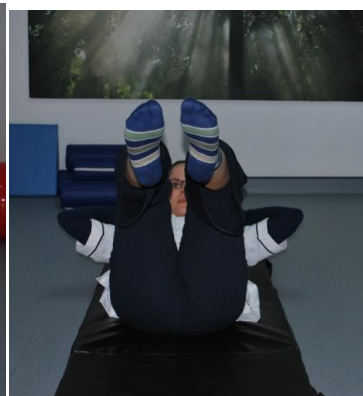
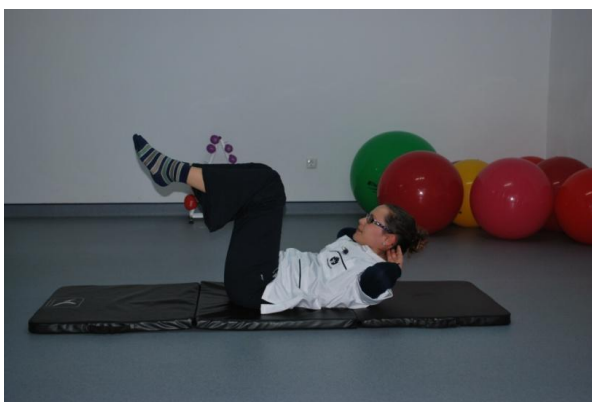


Figura 23

Neste exercício, pretende-se a extensão simultânea de ambos os joelhos e manter 10 segundos em cada uma das 10 repetições.



Figuras 24 e 25

Ainda na posição referida, efectuar abdominais, com as mãos atrás da cabeça. Efectuar 10 repetições.



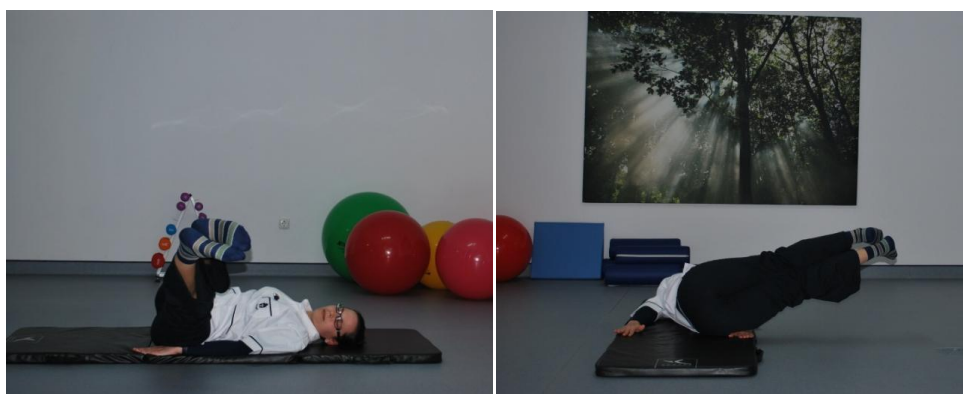
Figuras 26 e 27

Em decúbito dorsal, membros superiores ao longo do corpo, com membros inferiores em posição de “rã”, efectuar extensão dos joelhos, sem perder o contacto entre os pés – 10 repetições.



Figura 28

Em decúbito dorsal, com todos os membros em extensão, flectir tronco e ancas, com os joelhos em extensão, de modo a tocar com as mãos nas canelas. Efectuar 10 repetições. A posição de partida é com joelhos e ancas a 90º de flexão, com os pés apoiados.



Figuras 29 e 30

Em decúbito dorsal, com ambas as ancas a 90º de flexão, efectuar rotação de ambos os membros inferiores para um lado e para o outro. Efectuar 10 repetições para cada lado.



Figura 31

Em decúbito dorsal, com todos os membros em extensão, efectuar elevação do rabo. Efectuar 10 repetições.



Figura 32

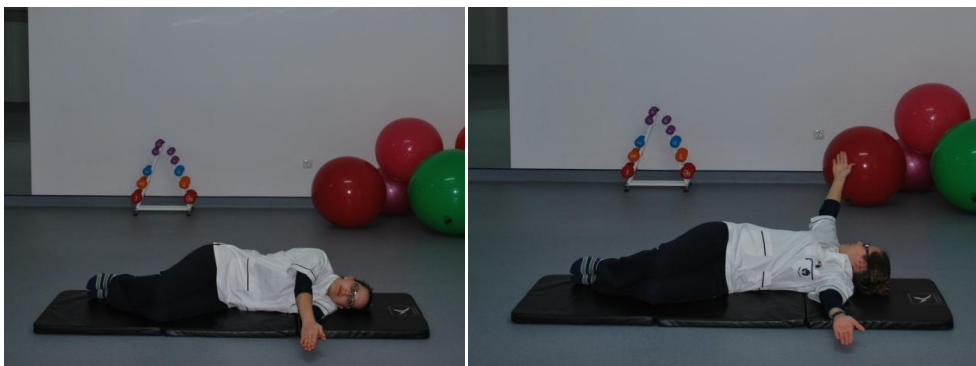
Em decúbito dorsal, efectuar alongamento da coluna dorso-lombo-sagrada, com os membros superiores e joelhos em extensão. Manter 20 segundos (apenas uma repetição).



Figura 33

Em decúbito dorsal, com todos os membros em extensão, passar para a posição de sentado com a coluna estendida. Efectuar 10 repetições.

Nos exercícios de decúbito lateral, efectuar todos os exercícios num decúbito e só depois repetir para o outro.



Figuras 34 e 35

Em decúbito lateral, com os joelhos flectidos, efectuar abdução e adução horizontal dos ombros em simultâneo com a rotação da coluna cervical. Efectuar 10 repetições.



Figura 36

Em decúbito lateral, com a cabeça apoiada no ombro em abdução máxima e com os joelhos flectidos, efectuar abdução da anca superior. Efectuar 10 repetições.



Figura 37

Em decúbito lateral, com a cabeça e o ombro na posição anterior, com o joelho inferior flectido e com o membro inferior superior em extensão, efectuar abdução da anca. Efectuar 10 repetições.



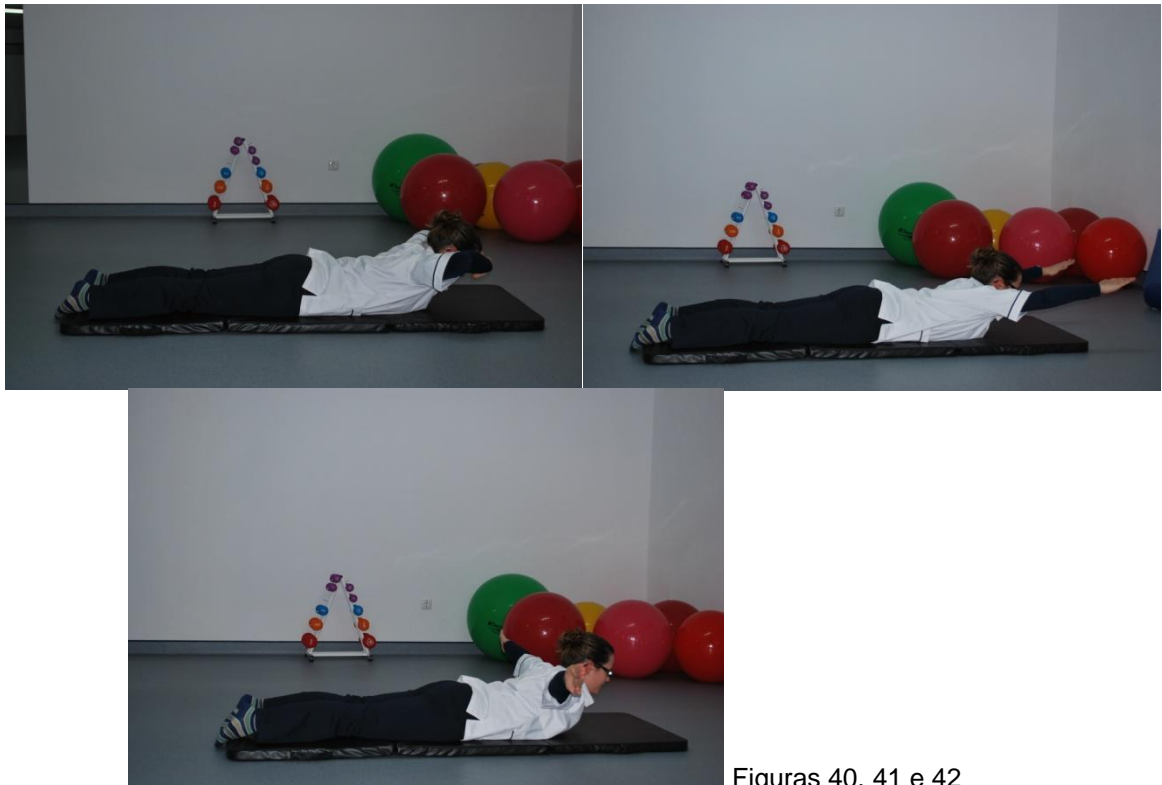
Figura 38

Em decúbito lateral, com a cabeça e o ombro na posição anterior, efectuar adução da anca inferior, com a anca e joelho em posição inferior flectidas (pé apoiado à frente ao atrás do membro que realiza o movimento). Efectuar 10 repetições.



Figura 39

Em decúbito lateral, com o antebraço apoiado, o cotovelo ao nível do ombro, joelho inferior flectido e o superior em extensão, efectuar elevação do rabo e manter 5 segundos. Efectuar 10 repetições.



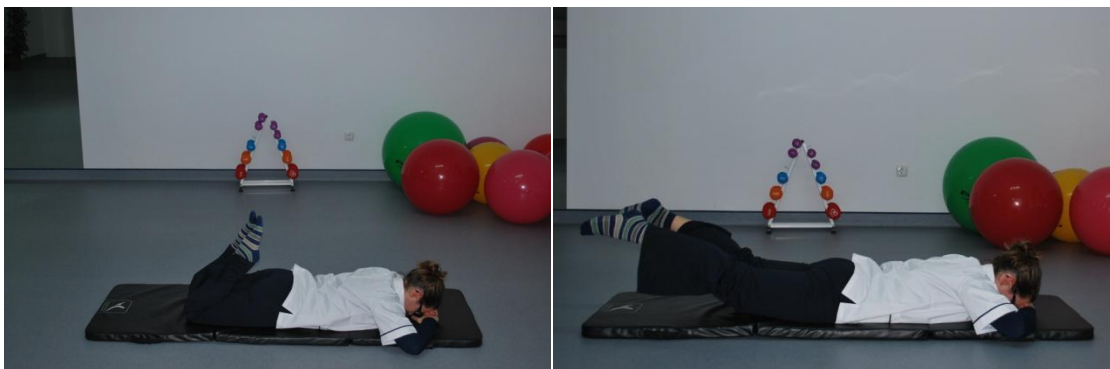
Figuras 40, 41 e 42

Em decúbito ventral, com os pés em inversão, efectuar extensão do tronco. Os membros superiores efectuem a sequência demonstrada nas imagens. Efectuar a sequência 10 vezes.



Figura 43

Em decúbito ventral, efectuar hiperextensão das ancas, de forma alternada. Efectuar 10 repetições para cada membro.



Figuras 44 e 45 - Em decúbito ventral, efectuar flexão dos joelhos, seguida de extensão dos joelhos e hiperextensão das ancas. Efectuar 10 repetições.

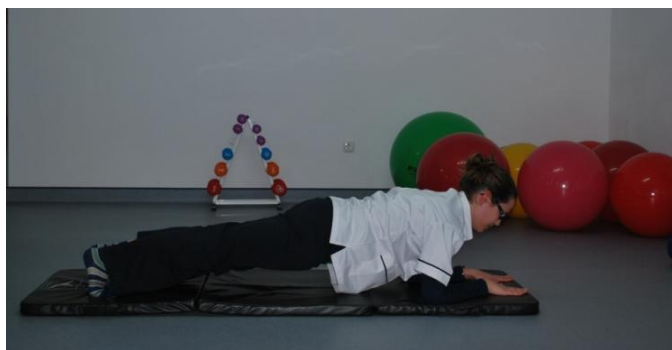


Figura 46

Em decúbito ventral, com os antebraços apoiados, efectuar a posição de prancha. Manter 5 segundos e efectuar 10 repetições.



Figura 47

Na posição de gatas, efectuar a extensão de um membro superior e um inferior, opostos (extensão de opostos). Efectuar 10 repetições, 5 para cada lado.



Figura 48

Na posição de gatas, alongar a coluna vertebral (rabo aos calcanhares). Manter durante cerca de 1 minuto.

3.10. Instrumentos de avaliação

Os instrumentos de avaliação foram aplicados em duas fases: antes e no final da implementação do projecto.

A avaliação foi efectuada com os indivíduos sem roupa a nível do tronco (raparigas com tope) e descalços.

Os instrumentos de avaliação aplicados nas duas fases consistiram:

- Avaliação subjectiva: caracterização física do indivíduo. (Apêndices IV)
- Avaliação objectiva: análise de postura, teste de Adams, teste de sentar e alcançar (membros inferiores), teste de alcançar atrás das costas (membros superiores) e teste do 3ºdedo-solo. (Apêndices IV)
- Estudo do controlo postural através da plataforma de pressões: modelo Footscan® USB plate de 1 metro da RSscan International, com as seguintes características: dimensões de 0,5x0,4x0,008m; superfície activa do sensor de 0,48x0,32m; 4096 sensores; sensibilidade de 0,27-127N/sqcm; frequência máxima de 300Hz. Os testes realizados foram os que se seguem: apoio bipodal; apoio unipodal direito e apoio unipodal esquerdo; passo à frente com o pé direito e com o pé esquerdo. Nestes testes mencionados, os indivíduos tiveram de manter a posição 5 segundos para a recolha dos dados. (Apêndices I, IV e V)

3.11. Recursos

- Recursos Espaciais:

- ☛ Ginásio – para realização do rastreio e implementação do programa.
- ☛ Sala – para realização da avaliação.

- Recursos Humanos:

- ☛ Fisioterapeutas: docentes (Doutora Luísa Pedro) e alunos do 3º ano do curso de Fisioterapia da ESTeSL (Inês Fraga, Inês Mexia, Inês Pinto, Maria Conceição Barbosa e Mónica Abreu), que apresentaram uma formação do rastreio pela mestranda.
- ☛ Professora de Educação Física, Mestre Cristina Escada, para a implementação do programa de exercícios, após formação pela mestranda.

- Ortoprotésicas Daniela Lima e Joana Gomes para a realização do estudo das pressões através da RSscan clinic.

➤ Recursos Materiais:

- Rastreio e Protocolo de avaliação: papel, tinteiros e canetas; balança e fita métrica.

- Estudo do controlo postural: plataforma de pressões modelo Footscan® USB plate de 1 metro da RSscan International, cedida pela Ortopragal – Produtos Ortopédicos.

- Ginásio: colchões - material já existente na escola.

➤ Recursos Financeiros:

- Suportado pela mestranda e pelos colaboradores mencionados neste estudo.

3.12. Cronograma

Actividades	4 meses	3 meses	3 meses
<i>Fase de Planeamento</i>			
Pesquisa Bibliográfica			
Definir / planear o projecto (pré-projecto)			
Contacto com instituições para viabilizar o pré-projecto			
Apresentação do Pré-projecto à Escola Básica 2,3 dos Olivais			
Formação relativamente ao rastreio e programa de exercícios			
<i>Fase de Implementação</i>			

Consentimento informado							
Rastreio (antes da avaliação inicial)							
Acção de sensibilização sobre postura							
Avaliação Inicial							
Implementação do programa							
Avaliação Final							
<i>Fase de Tratamento e Análise dos Dados</i>							
Elaboração do relatório de projecto							
Apresentar resultados publicamente							

Tabela 1 - Cronograma

4. Apresentação dos resultados

4.1. Resultados do rastreio

O rastreio foi efetuado a 43 indivíduos (21 do sexo feminino e 22 do sexo masculino) de duas turmas do 6º ano (21 alunos do 6ºA e 22 alunos do 6ºB) da Escola Básica dos 2º e 3º ciclos dos Olivais.

Os dados relativos aos indivíduos foram recolhidos, registados e introduzidos no *SPSS 13.0 for Windows* e obtiveram-se os resultados que se seguem.

Após a aplicação dos critérios de exclusão a amostra ficou reduzida a 38 indivíduos (17 do sexo feminino e 21 do sexo masculino), correspondendo a 19 alunos de cada turma.

A amostra apresenta as seguintes características: *range* de 11-12 anos de idade (com um mínimo de 11 anos e um máximo de 13 anos); 46 Kg de peso corporal (com um mínimo de 32,3 Kg e um máximo de 85 Kg); 1,54 m de altura (com um mínimo de 1,38 m e um máximo de 1,76 m).

Relativamente à aplicação do rastreio, identificaram-se as seguintes alterações (Tabela 2):

<i>Avaliação postural</i>	<i>Percentagem de alunos com alteração</i>
<i>Suspeita de Escoliose</i>	
Avaliação Posterior da Cabeça	7,9%
Avaliação Posterior dos Ombros	52,6%
Avaliação Posterior das Omoplatas	28,9%
Avaliação Posterior das Ancas	18,4%
Avaliação Posterior da Distância entre Tronco e Braços	15,8%
Observação Posterior do Teste de Adams – Simetria dos Hemicorpos	13,2%
Observação Posterior do Teste de Adams - Ancas	7,9%
Observação Anterior do Teste de Adams – Simetria dos	36,8%

Hemicorpos	
<i>Suspeita de outras alterações da curvatura da coluna vertebral</i>	
Hipercifose	36,8%
Hiperlordose	23,7%
Lordose Rectificada	10,5%

Tabela 2 – Alterações da curvatura da coluna vertebral identificadas no rastreio

Desta forma, através dos dados recolhidos e apresentados, suspeita-se das seguintes alterações da curvatura da coluna vertebral, as quais serão incluídas no estudo (Tabela 3):

Suspeita de Escoliose	36,8% (14 alunos: 6 do sexo feminino e 8 do sexo masculino)
Suspeita de outra alteração da curvatura da coluna vertebral (hipercifose, hiperlordose e lordose rectificada)	52,6% (20 alunos: 9 do sexo feminino e 11 do sexo masculino)
Inclusão no estudo	71,1% (27 alunos: 12 do sexo feminino e 15 do sexo masculino)

Tabela 3 – Alterações da curvatura da coluna vertebral a incluir no estudo

4.2. Amostra

O projecto iniciou com uma amostra de 27 alunos, 12 do sexo feminino e 15 do sexo masculino, sendo possível um estudo experimental, do tipo ensaio clínico controlado (com grupo de controlo). Pelo que se expõe de seguida (redução da amostra para 7 elementos) não foi possível concretizar o projecto inicial.

Apenas se obtiveram 19 respostas de consentimento informado, das quais 18 autorizavam o estudo. Acresce ainda, a presença de apenas 10 alunos na avaliação inicial e 7 alunos na avaliação final. Deste modo, a amostra final consistiu em 7 alunos: 6 do sexo feminino e 1 do sexo masculino; 4 do 6ºA e 3 do 6ºB; *range* de idades de 11-12 anos.

Os motivos apontados para as desistências e não comparências por parte dos Professores da Escola são os seguintes: a implementação do projecto coincidiu com o final do ano lectivo escolar; a educação dos alunos por parte das famílias.

4.3. Resultados da implementação do projecto

Os resultados apresentados foram tratados através do *SPSS 13.0 for Windows* e baseiam-se numa estatística descritiva e em testes de hipóteses. Recorreu-se à alternativa não paramétrica do teste t para duas amostras emparelhadas, o teste de Wilcoxon, devido à reduzida dimensão da amostra (7 indivíduos).

4.3.1. Caracterização da amostra

A amostra consistiu em 7 alunos:

- 6 do sexo feminino e 1 do sexo masculino;
- 4 do 6ºA e 3 do 6ºB;
- *Range* de idades de 11-12 anos;
- Peso aumentou de uma média de 42,17 Kg na avaliação inicial para 42,31 Kg na avaliação final;
- Altura aumentou de uma média de 1,47m na avaliação inicial para 1,48m na avaliação final;
- Número do pé aumentou de uma média de 35,3 na avaliação final para 35,6 na avaliação final.

4.3.2. Avaliação músculo-esquelética

A avaliação músculo-esquelética contempla a análise da postura, o teste de Adams e os testes de flexibilidade.

4.3.2.1. Análise da postura

Resume-se de seguida as principais alterações na avaliação inicial e na avaliação final (Tabela 4):

Parte do corpo avaliada	Avaliação Inicial	Avaliação Final	Resultado
Cabeça	1 aluno apresentava alterações (inclinação para a esquerda)	Sem alterações	Melhorou
Ombros	3 com alterações	2 com alterações: mantiveram-se os casos de ombro esquerdo mais elevado e corrigiu-se o direito mais elevado	Melhorou
Omoplatas	1 aluno apresentava alterações (omoplata esquerda alada, proeminente e alada)	Manteve-se	Sem alterações
Coluna	6 indivíduos apresentavam alterações (sendo a mais frequente a hiperlordose isolada com 3 casos)	4 indivíduos com alterações, dos quais 2 apresentavam hiperlordose. Corrigiu-se um caso de cifose e outro de cifose associada com hiperlordose.	Melhorou
Ancas	1 aluno com alterações	Sem alterações	Melhorou

	(esquerda mais elevada)		
Distância entre braços e tronco	1 indivíduo com alterações (assimetria – esquerdo mais afastado)	Sem alterações	Melhorou

Tabela 4 – Resumo da análise da postura

4.3.2.2. Teste de Adams

Na avaliação inicial verificou-se a presença de 2 alunos com alterações e no final apenas 1 indivíduo registava alterações. Desapareceu a proeminência do hemicorpo esquerdo, permanecendo o caso com proeminência do hemicorpo direito. Verifica-se melhoria dos resultados relativamente à aplicação do teste de Adams.

4.3.2.3. Testes de Flexibilidade

Teste de Flexibilidade	Avaliação Inicial	Avaliação Final	Resultado
Membro inferior direito	-14,86	-11,54	Melhorou
Membro inferior esquerdo	-17,07	-13,21	Melhorou
Membro superior direito	0,14	1,14	Melhorou
Membro superior esquerdo	-3,93	-1,64	Melhorou
3º dedo ao solo	-9,71	-8,57	Melhorou

Tabela 5 – Resumo dos resultados dos testes de flexibilidade

Seguidamente apresenta-se o resultado da aplicação do teste de Wilcoxon, para averiguar se existem diferenças estatisticamente significativas (os valores_p encontram-se divididos por 2, pois tratam-se de testes unilaterais, uma vez que se pretende saber o sentido das diferenças (Tabela 6).

Teste de Flexibilidade	Ranks	Z (Estatística de teste) Baseado nos ranks negativos	Valor_p
Membro inferior direito	P=5 I=2 N=0	-2,023 ⁿ	0,043/2=0,0215**
Membro inferior esquerdo	P=6 I=1 N=0	-2,207 ⁿ	0,027/2=0,0135**
Membro superior direito	P=4 I=2 N=1	-1,511 ⁿ	0,131/2=0,0655
Membro superior esquerdo	P=6 I=0 N=1	-2,201 ⁿ	0,028/2=0,014**
3ºdedo ao solo	P=3 I=2 N=2	-0,962 ⁿ	0,336/2=0,168

Tabela 6 – Resumo da aplicação do teste de Wilcoxon para os testes de flexibilidade

P – Final > Inicial

I – Final = Inicial

N – Final < Inicial

* Diferenças significativas ao nível de significância de 1%

** Diferenças significativas ao nível de significância de 5%

Dos resultados apresentados, verifica-se que apenas a melhoria que ocorreu nos testes de flexibilidade - membro inferior direito ($z=-2,023$, $p=0,0215$), membro inferior esquerdo ($z=-2,207$, $p=0,0135$) e membro superior esquerdo ($z=-2,201$, $p=0,014$) - foi significativa a um nível de significância de 5%.

4.3.3. Avaliação postural

A avaliação postural baseia-se na análise das pressões plantares em apoio bipodal, em apoio unipodal direito e esquerdo e do passo à frente com o pé direito e esquerdo.

4.3.3.1. Avaliação em apoio bipodal

A dominância da pressão na avaliação bipodal manteve a dominância em esquerdo posterior com redução de 1 caso e aumentou a direita posterior. Portanto, verifica-se alterações na distribuição das pressões plantares, também confirmado pelos resultados que se seguem (Tabela 7).

Avaliação da pressão bipodal (%)	Média Inicial (%)	Média Final (%)	Resultado
Pressão esquerda	50,86	51,71	Aumentou
Pressão direita	48,71	47,86	Diminuiu
Pressão anterior	39,14	38,86	Diminuiu
Pressão posterior	60,43	60,71	Aumentou
Quadrante 1	20,00	20,57	Aumentou
Quadrante 2	19,14	18,29	Diminuiu
Quadrante 3	30,86	31,14	Aumentou
Quadrante 4	29,57	29,57	Manteve

Tabela 7 – Resumo da avaliação postural em apoio bipodal

Seguidamente apresenta-se o resultado da aplicação do teste de Wilcoxon, para averiguar se o resultado é estatisticamente significativo (Tabela 8).

Avaliação da pressão	Ranks	Z (Estatística de teste) Baseado nos ranks negativos	Valor_p
Bipodal – Pressão esquerda	P=4 I=0 N=3	-0,948 ⁿ	0,343
Bipodal – Pressão direita	P=1 I=2 N=4	-0,962 ⁿ	0,336
Bipodal – Pressão anterior	P=3 I=2 N=2	-0,135 ⁿ	0,893
Bipodal – Pressão posterior	P=2 I=1 N=4	-0,105 ⁿ	0,917
Bipodal – Quadrante 1	P=4 I=1 N=2	-0,422 ⁿ	0,673
Bipodal – Quadrante 2	P=3 I=0 N=4	-0,423 ⁿ	0,672

Bipodal – Quadrante 3	P=2 I=1 N=4	-0,106 ⁿ	0,915
Bipodal – Quadrante 4	P=3 I=1 N=3	-0,314 ⁿ	0,753

Tabela 8 – Resumo da aplicação do teste de Wilcoxon para a avaliação postural em apoio bipodal

P – Final > Inicial

I – Final = Inicial

N – Final < Inicial

* Diferenças significativas ao nível de significância de 1%

** Diferenças significativas ao nível de significância de 5%

Como se pode constatar, o resultado não é estatisticamente significativo para os níveis de significância de 1% e 5%.

4.3.3.2. Avaliação em apoio unipodal direito

Relativamente à dominância da pressão em apoio unilateral direito verificou-se alteração da dominância de pressão de externo anterior (3 casos) para externo posterior (3 casos). Portanto, verifica-se alterações na distribuição das pressões plantares, também confirmado pelos resultados que se seguem (Tabela 9).

Avaliação da pressão unilateral direita (%)	Média Inicial (%)	Média Final (%)	Resultado
Pressão interna	47,86	47,71	Diminuiu
Pressão externa	51,86	52,29	Aumentou
Pressão anterior	49,71	46,57	Diminuiu
Pressão posterior	50,00	53,43	Aumentou

Quadrante 1	23,29	18,86	Diminuiu
Quadrante 2	26,43	27,71	Aumentou
Quadrante 3	24,57	28,57	Aumentou
Quadrante 4	25,43	24,57	Diminuiu

Tabela 9 – Resumo da avaliação postural em apoio unipodal direito

Seguidamente apresenta-se o resultado da aplicação do teste de Wilcoxon, para averiguar se o resultado é estatisticamente significativo (Tabela 10).

Avaliação da pressão	Ranks	Z (Estatística de teste) Baseado nos ranks negativos	Valor_p
Unilateral direita – Pressão interna	P=3 I=0 N=4	-0,170 ⁿ	0,865
Unilateral direita – Pressão externa	P=4 I=0 N=3	-0,000 ⁿ	1,000
Unilateral direita – Pressão anterior	P=0 I=2 N=5	-2,032 ⁿ	0,042**
Unilateral direita – Pressão posterior	P=5 I=2 N=0	-2,023 ⁿ	0,043**

Unilateral direita – Quadrante 1	P=2 I=0 N=5	-1,016 ⁿ	0,310
Unilateral direita – Quadrante 2	P=4 I=0 N=3	-0,677 ⁿ	0,498
Unilateral direita – Quadrante 3	P=3 I=2 N=2	-0,813 ⁿ	0,416
Unilateral direita – Quadrante 4	P=3 I=1 N=3	-0,210 ⁿ	0,833

Tabela 10 – Resumo da aplicação do teste de Wilcoxon para a avaliação postural em apoio unipodal direito

P – Final > Inicial

I – Final = Inicial

N – Final < Inicial

* Diferenças significativas ao nível de significância de 1%

** Diferenças significativas ao nível de significância de 5%

Como se pode constatar, o resultado apenas é estatisticamente significativo a um nível de significância de 5% para a pressão anterior ($Z=-2,032$; $\text{valor}_p=0,042$) e para a pressão posterior ($Z=-2,023$; $\text{valor}_p=0,043$).

4.3.3.3. Avaliação em apoio unipodal esquerdo

Verificou-se alteração da dominância da pressão em unilateral esquerdo, de dominância de interno posterior (5 casos) para externo posterior (3 casos). Portanto, verifica-se alterações na distribuição das pressões plantares, também confirmado pelos resultados que se seguem (Tabela 11).

Avaliação da pressão unilateral esquerda (%)	Média Inicial (%)	Média Final (%)	Resultado
Pressão externa	47,00	50,29	Aumentou
Pressão interna	53,43	49,57	Diminuiu
Pressão anterior	46,43	47,71	Aumentou
Pressão posterior	54,00	52,14	Diminuiu
Quadrante 1	25,29	25,43	Aumentou
Quadrante 2	21,14	22,29	Aumentou
Quadrante 3	21,71	24,86	Aumentou
Quadrante 4	32,29	27,29	Diminuiu

Tabela 11 – Resumo da avaliação postural em apoio unipodal esquerdo

Seguidamente apresenta-se o resultado da aplicação do teste de Wilcoxon, para averiguar se o resultado é estatisticamente significativo (Tabela 12).

Avaliação da pressão	Ranks	Z (Estatística de teste) Baseado nos ranks negativos	Valor_p
Unilateral esquerda – Pressão externa	P=5 I=1 N=1	-1,265 ⁿ	0,206
Unilateral esquerda –	P=1	-2,043 ⁿ	0,041**

Pressão interna	I=0 N=6		
Unilateral esquerda – Pressão anterior	P=4 I=0 N=3	-1,018	0,309
Unilateral esquerda – Pressão posterior	P=2 I=1 N=4	-1,160 ⁿ	0,246
Unilateral esquerda – Quadrante 1	P=4 I=0 N=3	-0,085 ⁿ	0,932
Unilateral esquerda – Quadrante 2	P=5 I=1 N=1	-1,160 ⁿ	0,246
Unilateral esquerda – Quadrante 3	P=4 I=0 N=3	-1,192 ⁿ	0,233
Unilateral esquerda – Quadrante 4	P=1 I=0 N=6	-2,120 ⁿ	0,034 ^{**}

Tabela 12 – Resumo da aplicação do teste de Wilcoxon para a avaliação postural em apoio unipodal esquerdo

P – Final > Inicial

I – Final = Inicial

N – Final < Inicial

* Diferenças significativas ao nível de significância de 1%

** Diferenças significativas ao nível de significância de 5%

Como se pode constatar, o resultado apenas é estatisticamente significativo a um nível de significância de 5% para a pressão interna ($Z=-2,043$; $\text{valor}_p=0,041$) e para o quadrante 4 ($Z=-2,120$; $\text{valor}_p=0,034$).

4.3.3.4. Avaliação do passo à frente com o pé direito

A avaliação do passo à frente com o pé direito engloba a análise do centro de gravidade e a dominância da pressão:

- Avaliação do centro de gravidade: passou de 4 casos “entre os pés” (próximo do hálux esquerdo) para 6 casos, cujos centros de gravidade variaram, verificando-se 2 casos “entre os pés”, 2 casos “entre os pés (mais próximo do esquerdo)” e 2 casos no hálux esquerdo.
- Avaliação da dominância de pressão: na avaliação inicial localizava-se no pé esquerdo e calcâneo direito (com 4 casos) e no final no pé esquerdo (com 4 casos).

Portanto, verifica-se alterações na distribuição das pressões plantares.

4.3.3.5. Avaliação do passo à frente com o pé esquerdo

A avaliação do passo à frente com o pé esquerdo inclui a análise do centro de gravidade e a dominância da pressão:

- Avaliação do centro de gravidade: passou de 5 casos “entre os pé (próximo do hálux direito)” para 6 casos, cujos centros de gravidade variaram, registrando-se 3 casos “entre os pés (mais próximo do hálux direito)” e 3 casos no “hálux direito”.
- Avaliação da dominância de pressão: na avaliação inicial verificaram-se 4 casos com dominância de pressão no lado direito e calcâneo esquerdo e no final os 7 alunos apresentavam esta dominância de pressão.

Portanto, verifica-se alterações na distribuição das pressões plantares.

5. Discussão dos resultados

Após a realização do rastreio em 43 alunos de duas turmas do 6º ano de escolaridade da Escola Básica dos 2º e 3º ciclos dos Olivais, dos quais 38 foram incluídos no tratamento dos dados, identificaram-se 27 alunos (71,1%) com alterações da curvatura da coluna vertebral (14 alunos com suspeita de escoliose -36,8%- e 20 alunos com alterações da curvatura da coluna vertebral no plano sagital -52,6%).

A percentagem de alunos, observados e avaliados, que apresenta alterações da curvatura da coluna vertebral é preocupante, já confirmado por outros autores.^[1-3]

Deste modo, torna-se pertinente um projecto de prevenção e tratamento destas condições músculo-esqueléticas. A presente investigação pretendeu estudar a influência, objectiva, da fisioterapia nos parâmetros neuromusculares (músculo-esquelético e postural através da distribuição das pressões plantares) destes indivíduos com alterações da curvatura da coluna vertebral.

O projecto iniciou com uma amostra de 27 alunos, 12 do sexo feminino e 15 do sexo masculino, sendo possível um estudo experimental, do tipo ensaio clínico controlado (com grupo de controlo). Uma vez que apenas 7 alunos (6 do sexo feminino e 1 do sexo masculino; 4 do 6ºA e 3 do 6ºB; média de idades de 11-12 anos) participaram no estudo não foi possível concretizar o projecto inicial.

Os resultados que seguidamente se discutem foram enviesados pelo reduzido número da amostra:

- A intervenção da Fisioterapia é benéfica na melhoria das alterações da curvatura vertebral, a nível músculo-esquelético?

Os parâmetros músculo-esqueléticos incluíam a análise da postura, o teste de Adams e os testes de flexibilidade.

Na análise da postura verificou-se que todos os segmentos do corpo, nomeadamente, a cabeça, os ombros, a coluna, as ancas e a distância entre os braços e o tronco, melhoraram o seu alinhamento e posicionamento, à excepção das omoplatas.

Além disso, observou-se melhoria dos resultados relativamente à aplicação do teste de Adams. De 2 casos identificados com proeminência de um hemicorpo, permaneceu apenas 1 caso.

Relativamente aos testes de flexibilidade, verifica-se que a flexibilidade melhorou em todos os testes efectuados; contudo, apenas a melhoria que ocorreu nos testes de flexibilidade - membro inferior direito ($z=-2,023$, $p=0,0215$), membro inferior esquerdo ($z=-2,207$, $p=0,0135$) e membro superior esquerdo ($z=-2,201$, $p=0,014$) - foi significativa a um nível de significância de 5%.

Pode, desta forma, concluir-se que o programa de exercícios exposto parece benéfico na melhoria das alterações da curvatura da coluna vertebral, a nível músculo-esquelético: nas amplitudes articulares e flexibilidade e no alinhamento corporal e da curvatura da coluna vertebral. Existindo resultados positivos nestes parâmetros, supõe-se melhoria da força muscular, sobretudo dos músculos do *core*, melhoria da consciência/esquema corporal e melhoria da funcionalidade (promoção de um crescimento mais saudável).

Outros autores já estudaram a influência de diversos programas de exercícios na alteração das curvaturas da coluna vertebral e verificaram que os programas parecem eficazes^[5,18,51,58], a nível da melhoria dos músculos do *core*^[42,43,49,50] e capacidade de corrigir a curva^[41] e a postura^[38,44].

- A intervenção da Fisioterapia é benéfica na melhoria das alterações da curvatura vertebral, a nível do controlo postural?

Para o estudo do controlo postural recorreu-se a uma plataforma de pressões plantares, que detectou a distribuição das pressões plantares em vários testes: bipodal, unipodal direito, unipodal esquerdo e passo à frente com o pé direito e o esquerdo.

Verificou-se alteração na distribuição das pressões plantares na avaliação bipodal, unipodal direita e unipodal esquerda; contudo, o resultado apenas é estatisticamente significativo a um nível de significância de 5% para a pressão anterior ($z=-2,032$, $p=0,042$) e para a pressão posterior ($z=-2,023$, $p=0,043$) na avaliação da pressão em apoio unilateral direito e para a pressão interna ($z=-2,043$, $p=0,041$) e para o quadrante 4 ($z=-2,120$, $p=0,034$) na avaliação da pressão em apoio unilateral esquerdo.

Relativamente à avaliação do passo à frente com o pé direito e com o pé esquerdo, observaram-se alterações na distribuição das pressões plantares. De salientar que a dominância de pressão após a implementação do programa de exercícios se localizou essencialmente no pé de apoio e no calcâneo do pé no final da fase oscilante. A nível da avaliação do centro de gravidade não se verificam tendências.

Pode, portanto, concluir-se que o programa de exercícios apresentado parece benéfico na melhoria das alterações da curvatura vertebral, a nível do controlo postural. Uma vez que se verificaram alterações na distribuição das pressões plantares, supõe-se que existiram alterações ou melhoria a nível do equilíbrio e coordenação e na funcionalidade (promoção de um crescimento saudável).

Alguns autores já haviam estudado a influência de vários programas de exercícios de fisioterapia no controlo postural de indivíduos com alterações da curvatura da coluna vertebral e concluíram que estes parecem benéficos a nível neuromuscular – propriocepção, equilíbrio e coordenação.^[5,18,41,51,58]

Na literatura não se encontraram referências relativamente ao estudo das pressões plantares em pacientes com alterações da curvatura da coluna vertebral, não se podendo estabelecer quaisquer comparações.

6. Conclusão

Este estudo pretendeu ser um pré-teste de um projecto futuro, com características metodológicas mais rigorosas: estudo experimental, do tipo ensaio clínico controlado; amostra maior; tempo de duração da implementação superior; e mais instrumentos de avaliação objectivos (nomeadamente, a radiologia, a electromiografia e a avaliação do controlo postural através da plataforma de forças).

Do rastreio se pode concluir que a percentagem de alunos com alterações da curvatura da coluna vertebral é preocupante – 71,1% (36,8% com suspeita de escoliose e 52,6% com alterações da curvatura da coluna vertebral no plano sagital) -, justificando um projecto desta natureza.

Relativamente, à implementação do programa de exercícios, pode concluir-se que este parece benéfico na melhoria das alterações da curvatura da coluna vertebral, a nível músculo-esquelético (amplitudes articulares e flexibilidade e alinhamento corporal e da curvatura da coluna vertebral e a nível do controlo postural/distribuição das pressões plantares). Contudo, apenas alguns parâmetros avaliados foram estatisticamente significativos a um nível de significância de 5%, nomeadamente: nos testes de flexibilidade - membro inferior direito, membro inferior esquerdo e membro superior esquerdo; na avaliação das pressões plantares, para a pressão anterior e pressão posterior na avaliação da pressão em apoio unilateral direito e para a pressão interna e quadrante 4 na avaliação da pressão em apoio unilateral esquerdo.

A pertinência de mais estudos consiste na obtenção de conclusões significativas que permitam basear a prática na evidência, contribuindo, assim, para o processo de afirmação profissional da Fisioterapia e aumentar o campo de actuação dos Fisioterapeutas, os quais teriam um papel fundamental no meio escolar, tanto na prevenção, como no tratamento de lesões.

7. Limitações do estudo e sugestões para trabalhos futuros

As limitações deste projecto atribuem-se essencialmente à metodologia do estudo: estudo observacional analítico, amostra pequena e de conveniência e duração de implementação muito reduzida (3 sessões). É também de salientar que os resultados obtidos devem ter em consideração a idade da amostra, nem sempre colaborante. Outra limitação de salientar, respeitante à validade interna deste estudo, consiste no desconhecimento do grau de maturação corporal óssea dos indivíduos (nomeadamente, do sinal de Risser).

Deste modo, sugere-se a reprodutibilidade deste estudo em amostras superiores, que permitam um tipo de estudo experimental, do tipo ensaio clínico controlado (com grupo de controlo) – mais concretamente de um *Randomized Controlled Trial* (RCT) - e com uma duração de implementação e frequência semanal superior.

Recomenda-se, também, a utilização de mais instrumentos de avaliação rigorosos, nomeadamente, a radiologia (ainda se aguarda a autorização do Hospital dos Lusíadas, para a sua realização), a electromiografia e a avaliação do controlo postural através da plataforma de forças.

Sugere-se, ainda, a avaliação de um parâmetro subjectivo, a lateralidade do indivíduo.

Recomenda-se, ainda: a sua reprodução em mais instituições de ensino e em mais faixas etárias; a comparação de dois programas de exercícios; o estudo da viabilidade de programas de exercícios mais específicos para cada tipo de alteração da curvatura da coluna vertebral, nomeadamente para a escoliose, para a cifose e para a hiperlordose.

8. Referências bibliográficas

1. Suaide A L A P. Desenvolvimento e validação de uma ferramenta computacional para mensuração das curvaturas da coluna vertebral. Dissertação de Mestrado. São Paulo: Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo; 2008.
2. Vitti F P. Fisioterapia na intervenção preventiva de alterações posturais em estudantes da rede pública de Piracicaba; s.d.
3. Schildt-Rudloff K, Sachse J. Coluna Vertebral – Terapia Manual: Exame e Tratamento de Alterações Músculo-Esqueléticas (4ªed.). Loures: Lusociência – Edições Técnicas e Científicas, Lda; 2003.
4. Serra L M A. Critérios fundamentais em fracturas e ortopedia (2ªed.). Lisboa: Lidel – Edições Técnicas Lda; 2001.
5. Ortiz J. Coluna toracolombar: deformidades (cap. 8). In Hebert S, Xavier R et al (Eds.). Ortopedia e Traumatologia – Princípios e Prática (3ªed.). Porto Alegre: Artmed Editora S A; 2003.
6. Pina J A E. Anatomia Humana da Locomoção. Lisboa: Lidel – Edições Técnicas Lda; 1995.
7. Seeley R R, Trent D S, Tate P. Anatomia & Fisiologia (6ªed.). Loures: Lusociência – Edições Técnicas e Científicas, Lda; 2005.
8. Tecklin J S. Fisioterapia Pediátrica (3ªed.). Porto Alegre: Artemed Editora S A; 2002.
9. Behrman R E, Kliegman R M (Eds.). Nelson Essentials of Pediatrics (3ªed.). Pennsylvania: W. B. Saunders Company; 1998.
10. Pountney T (Ed.). Fisioterapia Pediátrica. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda; 2008.
11. Weiner D S. Pediatric Orthopedics for Primary Care Physicians (2ªed.). Cambridge: Cambridge University Press; 2004.
12. Heifti F et al. Pediatric Orthopedics in Practice. Alemanha: Springer-Verlag Berlin Heidelberg; 2007.

13. Kisner C e Colby L A. Exercícios Terapêuticos: Fundamentos e Técnicas (3ªed.). São Paulo: Editora Manole Ltda; 1998.
14. Parker J N, Parker P M P (Eds.). The 2002 Official Patient's Sourcebook on Scoliosis. USA: ICON Group International, Inc.; 2002.
15. Monteiro J et al. Manual de Ortopedia. Lisboa: Faculdade de Medicina de Lisboa; 2001.
16. Shepherd R B. Fisioterapia em Pediatria (3ªed.). São Paulo: Livraria Santos Editora; 1996.
17. Merlo M L M, Mata J F. Fisioterapia en pediatria. Madrid: McGraw-hill/Interamericana de España S A U; 2002.
18. Negrini S et al. Italian guidelines on rehabilitation treatment of adolescents with scoliosis or other spinal deformities. Europa Medicophysica. 2005; 41: 183-201.
19. Lenssinck M-L B et al. Effect of Bracing and Other Conservative Interventions in the Treatment of Idiopathic Scoliosis in Adolescents: A systematic Review of Clinical Trials. Physical Therapy. 2005 December; 85 (12): 1329-1338.
20. Rinsky L A, Gamble J G. Adolescent Idiopathic Scoliosis. The Western Journal of Medicine. 1988; 148 (2): 182-190.
21. Weiss H-R, Goodall D. The treatment of adolescent idiopathic scoliosis (AIS) according to present evidence. European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine. 2008; 44: 177-193.
22. Morningstar M W, Woggon D, Lawrence G. Scoliosis treatment using a combination of manipulative and rehabilitative therapy: a retrospective case series. BMC Musculoskeletal Disorders. 2004; 5:32.
23. Schultz A B. Biomechanical factors in the progression of idiopathic scoliosis. Annals of Biomedical Engineering. 1984; 12: 621-630.
24. Smania N et al. Neurophysiological basis of rehabilitation of adolescent idiopathic scoliosis. Disability and Rehabilitation. 2008; 30 (10): 763-771.
25. Weiss H-R et al. Indications for conservative management of scoliosis (guidelines). Scoliosis. 2006; 1:5.

26. Simoneau M et al. Sensory deprivation and balance control in idiopathic scoliosis adolescent. *Exp Brain Res*. 2006; 170: 576-582.
27. Simoneau M et al. Altered sensory-weighting mechanisms is observed in adolescents with idiopathic scoliosis. *BMC Neuroscience*. 2006; 7: 68.
28. Mahaudens P et al. Gait in adolescent idiopathic scoliosis: kinematics and electromyographic analysis. *Eur Spine J*. 2009; 18: 512-521.
29. Barrios C, Arroategui J L. Experimental Kyphoscoliosis induced in rats by selective brain stem damage. *International Orthopaedics*. 1992. 16: 146-151.
30. Bruyneel A-V et al. Lateral steps reveal adaptative biomechanical strategies in adolescent idiopathic scoliosis. *Annales de réadaptation et de médecine physique*. 2008; 51: 630-641.
31. Missaoui B et al. Posture and equilibrium in orthopedic and rheumatologic diseases. *Clinical Neurophysiology*. 2008; 38: 447-457.
32. Bruyneel A-V et al. Dynamical asymmetries in idiopathic scoliosis during forward and lateral initiation step. *Eur Spine J*. 2009; 18: 188-195.
33. Shi L et al. Volume-Based Morphometry of Brain MR Images in Adolescent Idiopathic Scoliosis and Healthy Control Subjects. *AJNR*. 2009 August; 30: 1302-07.
34. Lambert F M et al. Vestibular Asymmetry as the Cause of Idiopathic Scoliosis: A Possible Answer from Xenopus. *J Neurosci*. 2009 October 7; 29 (40): 12477-12483.
35. Simoneau M et al. Evidence for cognitive vestibular integration impairment in idiopathic scoliosis patients. *BMC Neuroscience*. 2009; 10: 102.
36. Meller-Gattenyo L. Postural control in standing among adolescents with Idiopathic Scoliosis. *Scoliosis*. 2009; 4(Suppl I): O22.
37. Romano M, Negrini S. Manual therapy as a conservative treatment for adolescent idiopathic scoliosis: a systematic review. *Scoliosis*. 2008; 3:2.
38. Weiss H-R, Klein R. Improving excellence in scoliosis rehabilitation: A controlled study of matched pairs. *Pediatric Rehabilitation*. 2006 July; 9 (3): 190-200.

39. Hasler C et al. No effect of osteopathic treatment on trunk morphology and spine flexibility in young women with adolescent idiopathic scoliosis. *J Child Orthop.* 2010; 4: 219-226.
40. Negrini S et al. Exercises reduce the progression rate of adolescent idiopathic scoliosis: Results of a comprehensive systematic review of the literature. *Disability and Rehabilitation.* 2008; 30(10): 772-785.
41. Negrini S et al. Rehabilitation of adolescent idiopathic scoliosis: results of exercises and bracing from a series of clinical studies – Europa Medicophysica-SIMFER 2007 Award Winner. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine.* 2008; 44 (2): 169-176.
42. Akuthota V, Nadler S F. Core Strengthening. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004 March. 85 (Suppl I): S86-S91.
43. Behm D G et al. The use of instability to train the core musculature. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* 2010; 35: 91-108.
44. Bialek M, M'hango A, Kotwicki T. Monitoring of changes in trunk rotation during scoliosis physiotherapy. *Scoliosis.* 2007; 2 (suppl I): S2.
45. Stevens V K et al. Trunk muscle activity in health subjects during bridging stabilization exercises. *BMC Musculoskeletal Disorders.* 2006; 7: 75.
46. Vera-Garcia F J, Grenier S G, McGill S M. Abdominal Muscle Response During Curl-ups on Both Stable and Labile Surfaces. *Physical Therapy.* 2000 June. 80 (6): 564-569.
47. Cosio-Lima L M et al. Effects of Physioball and Conventional Floor Exercises on Early Phase Adaptations in Back and Abdominal Core Stability and Balance in Women. *Journal of Strength and Conditioning Research.* 2003; 17 (4): 721-725.
48. Negrini S et al. Specific exercises reduce brace prescription in adolescent idiopathic scoliosis: a prospective controlled cohort study with worst-case analysis. *J Rehabil Med.* 2008; 40: 451-455.
49. Imai A et al. Trunk Muscle Activity During Lumbar Stabilization Exercises on Both a Stable and Unstable Surface. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy.* 2010 June; 40 (6): 369-374.

50. Sherry M, Best T, Heiderscheit B. The Core: Where We and Where Are We Going?. Clin J Sport Med. 2005 January; 15 (1):1-2.
51. Weiss H-R. Spinal deformities rehabilitation – state of the art review. Scoliosis. 2010; 5:28.
52. Weiss H-R et al. Physical exercises in the treatment of idiopathic scoliosis at risk of brace treatment – SOSORT consensus paper 2005. Scoliosis. 2006; 1:6.
53. Marshall P W, Murphy B A. Core Stability Exercises On and Off a Swiss Ball. Arch Phys Med Rehabil. 2005 February; 86: 242-248.
54. Zabjek K F. Evaluation of segmental postural characteristics during quiet standing in control and Idiopathic Scoliosis patients. Clinical Biomechanics. 2005; 20: 483-490.
55. Defino H L A, Rodriguez-Fuentes A E e Piola F P. Tratamento cirúrgico da cifose patológica. Acta Ortop Bras. 2002; 10(1): 10-16.
56. Matsusato C H et al. Análise da cifose torácica e lordose lombar em indivíduos com escoliose idiopática. São Paulo: Faculdade de Ciência e Tecnologia FCT-UNESP; s.d.: 6591-6594.
57. Pondofe K M et al. Relação entre força abdominal, abdome protuso e ângulo lombossacral em mulheres jovens.
58. Fisioterapia em Movimento. 2006; 19(4): 99-104.
59. Pawlowsky S B, Hamel K A, Katzman W B. Stability of kyphosis, strength, and physical performance gains 1 year after a group exercise program in community-dwelling hyperkyphotic older women. Arch Phys Med Rehabil. 2009; 90: 358-360.
60. Gouveia de Oliveira A. Bioestatística, Epidemiologia e Investigação - Teorias e Aplicações - Uma nova abordagem sem equações matemáticas. Lisboa: LIDEL - edições técnicas, Lda.; 2009.
61. Pereira M G. Epidemiologia, Teoria e Prática. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, S.A.; 2001.
62. Understanding Clinical Trials. [Internet]. [cited 2011 Mar 2]. Available from <http://clinicaltrials.gov/ct2/info/understand>.

APÊNDICES

APÊNDICE I

1. Controlo Postural

A actividade postural, responsável pela manutenção do corpo numa determinada postura, depende de uma acção muscular permanente, designada por actividade tónica. A postura é a base de toda a actividade motora, sendo sustentada através do tónus. Contudo, qualquer acção motora para ser consequente, para que o organismo atinja determinado objectivo, exige que esse organismo se encontre em equilíbrio. Este facto significa que a postura tem de igualmente manifestar um estado de tónus de equilíbrio. Assim sendo, a postura encontra-se na charneira entre a actividade tónica e a actividade motora, já que qualquer movimento parte sempre duma determinada postura, sustida por uma contracção muscular tónica.^[1,2]

Do ponto de vista neurobiológico, deve-se entender o desenvolvimento humano como o corolário de toda uma actividade tónica e postural concertada, que suporta o movimento organizacional temporal e espacial. Ao falar de desenvolvimento humano, refere-se essencialmente o movimento coordenado, realizado com a sintonia perfeita entre os diversos intervenientes no mesmo. Por outro lado, quando se menciona o movimento, verifica-se que este só se realiza tendo por base toda uma actividade postural que o suporta e, esta, por sua vez, tendo como suporte a actividade tónica. Contudo, ao referir estes três níveis de actividade psicomotora, considera-se que há sempre estruturas que permitem que essa actividade se realize – *o suporte estrutural*. Além do suporte estrutural e por detrás do que é visível, existem as estruturas que têm como função o controlo e regulação dessa mesma actividade.^[2]

Por outro lado, a actividade tónica está intimamente ligada à actividade motora e a coordenação só é possível tendo como base um estado de equilibração. Esta função está, dependente da actividade postural, tal como esta dependente da actividade tónica. Por sua vez, a coordenação está dependente dos movimentos realizados, os quais dependem também do comportamento do indivíduo.^[3]

Os conceitos de actividade tónica, postural e equilibração são interdependentes e fazem parte de uma única trama que é o movimento que, quando bem tecido, se expressa como um coordenado, ou seja, onde nada é mantido ao acaso e onde todos os factores tem a sua contribuição no momento certo, no local certo e com a intensidade adequada a cada situação, que se encontra expressa na corporização da coordenação motora, que é o mesmo que dizer, o

acto motor coordenado.^[2,3]

1.1. Atitude e Postura

"Todo o ser apresenta-se num estado estático ou cinético, numa postura pouco mais ou menos tão típica como a sua forma, as suas dimensões ou a sua cor. Mesmo sujeita as mais diversas contingências, a atitude conserva a marca da espécie e do indivíduo".^[3]

Nesta afirmação o autor usa as duas expressões – postura e atitude – como se se tratassem de termos de idêntico significado. A atitude, que provém do termo latino *aptitudine*, pode corresponder, quer a uma disposição natural de ter o corpo, para cumprir determinadas acções ou tarefas, ou, como Paillard (1986), afirma, ser utilizada para descrever as posições do corpo humano modeladas numa estátua ou representadas graficamente numa tela, em ambos os casos retratando ou espelhando uma certa disposição da alma. Ou seja, a atitude aparece sempre imbuída de um certo significado psicológico.^[4,5]

Já Buytendjick afirmava, em 1957, que em qualquer atitude há o comprometimento de todo o corpo, razão pela qual a posição bípede não deixa de ser, por um lado, menos eloquente que uma mímica, nem a atitude de levantar simplesmente as mãos ao alto, por outro, é suficiente para exprimir uma súplica – é toda uma génese dinâmica dessas atitudes que vai exprimir os sentimentos nas suas múltiplas variantes.^[4]

Segundo Thomas (1940) e, igualmente Guiner (1978), os dois termos – postura e atitude – são sobreponíveis, ainda que para outros autores possam representar entidades distintas que, no entanto, não podem ser dissociadas.^[6,7]

Para Sérgio (1995), a atitude constitui a manifestação ou exteriorização – aquilo que é susceptível de ser captado pelos órgãos sentidos – da actividade que lhe está subjacente, que, como afirma Paillard (1986) – *L'attitude ne peut être distinguée de la posture qui en constitue l'étoffe*.^[4,5]

Deste modo, o conceito de atitude apresenta três componentes subjacentes, que vão de encontro à distinção feita pela maioria dos autores, que concebe a atitude como uma estrutura integrativa tridimensional a par de uma génese dinâmica, ou de uma disposição para reagir de um determinado modo a um factor estimulante, o que implica um carácter concomitantemente

cognitivo (julgamentos, crenças e saberes), afectivo (sentimentos favoráveis ou desfavoráveis) e conotativo-comportamental (tendência de acção).^[4]

As atitudes referem-se a experiências subjectivas (quer individuais ou em grupo), sendo o resultado da história da vida de cada um. Estando sempre referidas a um objecto, incluem uma dimensão avaliativa, isto é, a atitude reflecte sempre uma reacção a esse mesmo objecto.^[4]

O termo postura é um conceito complexo, tendo evoluído ao longo do tempo e sido objecto de estudo em diferentes áreas científicas, tais como a psicologia, psicofisiologia, sociologia, fisiologia, neurologia, anatomia, biomecânica e fisioterapia. Por este facto, existem sinónimos de postura, tais como, atitude, atitude postural, actividade tónico-postural e ajustamento postural, de entre outros.^[8]

Moro (1971), define a postura como uma resposta psicofisiológica às estimulações do meio ambiente, como um comportamento racional, constituindo uma forma de expressão da personalidade profunda.^[9]

A actividade postural, para Guiner (1978), traduz-se pela imobilização das peças do esqueleto em determinadas posições, que representam a maneira pessoal de ter o próprio corpo no estado estático ou em situações dinâmicas.^[7]

Dubois (1979) refere que a actividade tónica postural se exprime pela imobilização, alinhamento e solidarização dos diferentes segmentos móveis e cinturas do corpo, favorecendo a aplicação e o transporte das forças através do mesmo, traduzindo o modo de reacção e de adaptação do indivíduo à estimulação do meio envolvente, e estando na base de todos os movimentos.^[10]

A postura é, portanto, o mecanismo neural que mantém os membros estendidos, levando o organismo a manter a posição que antagoniza a acção gravítica.^[2,4]

Segundo uma visão mais biomecânica, a postura consiste na manutenção dos ângulos articulares, com a finalidade de manter o corpo estacionário contra a influência de forças perturbadoras, sendo a gravidade a mais importante destas forças. Ou seja, segundo este autor, a postura seria condicionada pela força da gravidade que o corpo necessitaria de vencer e, ainda, pela biomecânica das articulações, isto é, pela amplitude angular das mesmas, de modo a garantir uma relação óptima entre os custos energéticos e uma posição de equilíbrio máximo.^[2,4,11]

Mas, se considerarmos a integração de factores de ordem cultural, social e afectiva que agem sobre cada pessoa de forma individualizada e que se traduzem num conjunto particular de relações e adaptações posturais, aproximamo-nos do conceito de atitude. Este conceito transporta-nos de uma visão mecânica, determinada por uma evolução filogenética, para uma visão de individualização, determinada pela evolução cultural e social.^[2,4]

Porém, e segundo Lapierre (1968), a atitude deve ser considerada, não como um equilíbrio mecânico, mas como um equilíbrio neuro-motor. Ela é resultante de uma infinidade de reflexos sensorio-motores integrados nas diversas partes do sistema nervoso, mediante uma regulação automática extremamente complexa.^[12]

A interacção destes dois conceitos – atitude e postura - define um terceiro que engloba as duas dimensões apresentadas: o conceito de atitude postural.^[2,4]

O termo atitude postural, para Paillard (1976), que caracteriza um certo alinhamento dos segmentos esqueléticos e um certo equilíbrio segmentar e geral, corresponde a um modo de equilibração pessoal, passageiro ou permanente, que pode ser estimado em função de referências espaço-temporais.^[5]

Para o mesmo autor, "... Cada espécie animal assume uma atitude fundamental essencialmente antigravitária, que se organiza segundo uma arquitectura postural que lhe é própria e característica do seu modo de locomoção".^[5]

Existem numerosas teorias que se debruçam sobre as atitudes e as suas relações com os comportamentos, de que são exemplos – a *Teoria da Acção Ponderada* e o *Modelo de Crenças de Saúde*.^[4]

Na primeira teoria são identificados determinados factores que, combinados com as atitudes, permitem prever o comportamento, sendo o principal determinante do comportamento a própria intenção comportamental.^[4]

O mesmo autor refere que “estas intenções derivam de dois processos paralelos - as atitudes consideradas relevantes pelo individuo, e as que o individuo considera que são valorizadas pelos outros, conhecidas como normas subjectivas ou comportamentais”.^[4]

Uma intenção comportamental é determinada por princípios subjectivos e pela atitude do individuo relativamente ao desempenho do comportamento. Esses princípios subjectivos são

crenças, “acerca da forma como as pessoas que são importantes para nós, esperam que nos comportemos”.^[2,4]

Neste sentido, torna-se importante entender as atitudes, uma vez que, sendo elas a influenciar a maneira como é processada a informação sobre o mundo, têm, igualmente, um papel de relevo no comportamento e, conseqüentemente, na postura.^[2,4]

Rothwell (1994) afirmou que o conceito de postura é muito abrangente, podendo por isso, ser influenciado por diversos factores, distribuídos por vários grupos, de entre os quais se podem destacar:^[1]

- Os Psicológicos e Sociais que incluem – a auto-estima, a imagem corporal, a saúde mental, a experiência social, a satisfação, a educação, a aprendizagem dos hábitos posturais, o estilo de vida, a motivação...
- Os Genéticos e Hereditários que abrangem – o género, o tipo e características do corpo, os defeitos congénitos, as variações estruturais, as doenças e as deformidades intrínsecas, a capacidade visual, a flexibilidade articular...
- Os Fisiológicos que incluem – a idade, o peso, a flexibilidade, a tensão muscular, a dor, as doenças intrínsecas, o desenvolvimento sensório-motor, o crescimento, a maturidade sexual, os processos metabólicos, a fadiga, a degenerescência tecidual, a função endócrina de cada indivíduo...
- Os Idiopáticos abrangendo – as paralisias (completas e incompletas), as malformações ósseas...
- Os Ambientais que incluem – a vida intra-uterina, as posições no sono, a nutrição mãe-filho, as drogas (mãe), os traumas, as cirurgias, o stress físico não usual, o vestuário, a profissão, o exercício físico, os brinquedos, o clima, a acção da gravidade... – de entre outros.

Se se pode admitir que os genes têm capacidade para influir e regular alguns dos comportamentos humanos, não deixa de ser menos verdade, que o Homem, no seu percurso, vai adquirindo capacidades para poder reagir a uma multiplicidade de estímulos provenientes do mundo exterior, uma vez que o desenvolvimento do ser humano é fruto de uma interacção permanente de múltiplas influências biológicas e ambientais. A este propósito, conclui-se, que

os indivíduos vão adquirindo progressivamente, através da aprendizagem, movimentos ou formulações cinéticas, cada vez mais complexos, assim como as respectivas técnicas operacionais de utilização.^[2,4]

Assim, as posturas que cada indivíduo assume em cada momento, podem traduzir as atitudes do mesmo, que são vistas como predisposições comportamentais adquiridas. As experiências vividas ao longo da vida, conjugadas com a educação e o meio social onde o indivíduo se insere, vão influenciar a formação dessas atitudes. Deste modo, as pessoas agem e interpretam as situações de forma diferente, o que leva a diferentes atitudes perante a mesma situação.^[2,4]

1.2. Actividade Tónico-Postural e Equilibração

Muitas das espécies existentes têm a capacidade de assumir diferentes posturas. No entanto, a manutenção de uma permanente postura erecta (bípede) é característica exclusiva do Homem. Esta postura ortostática tem como base a actividade tónica de muitos grupos musculares, capacitando o indivíduo para a verticalidade, e para variar e adaptar-se a uma base de suporte em constante alteração, o que lhe permite movimentos selectivos para atingir competências funcionais.^[1]

Contudo, a postura não deve ser só e igualmente encarada como um equilíbrio mecânico de resposta antigravítica, mas sim como uma actividade dinâmica, resultante do funcionamento de múltiplos sistemas perceptomotores que trabalham com a gravidade, de forma a atingir-se uma acção integrada e funcional.^[4]

Ainda nesta perspectiva, refere-se que a postura não se trata apenas da capacidade do ser humano em permanecer de pé ou sentado, sendo também reflexo da própria actividade que coordena os movimentos do seu do corpo. Segundo os mesmos autores, a postura pode também considerar-se um meio de expressão e de comunicação interpessoal, constituindo a actividade corporal o seu modo de expressão.^[2,4,9]

De indivíduo para indivíduo, a organização dos segmentos corporais também funciona como factor condicionante, variando consoante a idade e o sexo, de entre outros factores. Para estes autores, a postura estaria sob o controle da estimulação cerebral, reflectindo-se numa

actividade muscular dinâmica, possibilitando a passagem de uma postura para outra, num encadeamento de posturas sucessivas, necessárias para que o ser humano se adapte de uma posição para outra.^[13]

De um modo geral, o termo postura representa o posicionamento dos segmentos corporais, uns em relação aos outros, e a orientação desses segmentos no espaço. Este posicionamento está directamente relacionado com o controle da posição do centro de massa (CM) do corpo e a sua relação com os limites da base de suporte ou de sustentação, com a estabilização do corpo durante a realização dos movimentos voluntários, e com a orientação específica dos vários segmentos entre si e em relação ao ambiente.^[2,4]

O CM corresponde ao ponto que está no centro da massa corporal total, sendo o seu valor resultante da média do peso do centro de massa de cada segmento do corpo. O CM projecta-se na vertical, em direcção ao solo, tomando a designação de centro de gravidade (CG). Na realidade, a estabilidade consiste no controlo do CG relativamente à base de suporte ou de sustentação. Desta forma, o equilíbrio corporal é alcançado, quando todas as forças que agem sobre o corpo, tanto externas como internas, estão controladas e permitem que este permaneça em equilíbrio estático ou dinâmico.^[2,4]

O CG é um ponto imaginário no espaço, calculado biomecanicamente a partir das avaliações dos momentos de forças, onde o somatório total dessas forças é igual a zero. Este ponto é constantemente rectificadado durante o movimento, através das alterações a nível da geometria corporal.^[2,4]

A base de sustentação (BS) corresponde à área corporal que experimenta a pressão como resultado do peso corporal e da gravidade (na posição erecta corresponde aos pés). A dimensão da BS vai afectar a capacidade de manter o equilíbrio, enquanto a sua forma vai alterar a distância que o centro de gravidade pode percorrer em diferentes direcções. O CG pode sofrer oscilações, tanto maiores quanto maior for a BS. No entanto, há um limite de estabilidade, dentro do qual o corpo pode sofrer oscilações, sem risco de queda ou alteração da BS.^[2,4]

Sob condições estáticas, a distribuição do peso corporal tem de ser tal, que o centro de gravidade, em relação ao solo, esteja localizado dentro da BS, sendo a mesma definida como a área abrangida pelos limites externos dos pés em contacto com o solo.^[2,4]

Os limites de estabilidade não são fixos. Variam de acordo com a tarefa, a biomecânica do indivíduo, e com os aspectos relacionados com o meio envolvente. Num estado dinâmico, o CG é constantemente rectificadado durante o/os movimento/os, através das alterações a nível da geometria corporal.^[2,4]

Pode concluir-se que, um dos objectivos principais da manutenção da postura erecta, será o de manter o CG dentro da BS, cuja dificuldade aumenta, à medida que a BS diminui, assim como o CG se afasta do centro da BS.^[2,4]

Outro conceito importante, relacionado com o controlo postural, é o conceito de centro de pressão (CP), que consiste no ponto de aplicação da resultante das forças verticais que agem sobre uma superfície de suporte, o que corresponde à projecção vertical das forças musculares produzidas pelo indivíduo, com o objectivo de controlar e direccionar o movimento do CM. Na posição de pé, o centro de pressão situa-se entre os pés e depende da distribuição do peso pelos dois membros inferiores. No entanto, na posição imóvel, sob cada pé existe um ponto de pressão independente.^[2,4]

A postura tem, portanto, três funções principais:

- Contribuir para o alinhamento de todos os segmentos do corpo, em qualquer posição;
- Antecipar as alterações corporais, de forma a permitir o ajustamento dos movimentos voluntários e intencionais;
- Reagir às perturbações inesperadas ou distúrbios no equilíbrio, o que requer uma rápida adaptação.

Madeira (1986) considera que as infra-estruturas da actividade motora são a postura e o equilíbrio e, como tal, a base estrutural de qualquer processo de aprendizagem motora. Para este autor, a actividade postural, responsável pela manutenção do corpo numa determinada posição, e base de toda a actividade motora, depende de uma acção muscular permanente, designada por actividade tónica.^[3]

O tónus é um estado de tensão muscular permanente que se manifesta em repouso e durante o movimento, sendo, no entanto, diferente da contracção muscular. A actividade tónica depende de dois sistemas reguladores:^[4]

- O primeiro, do tipo reflexo, permite ao tónus efectuar o ajustamento constante e automático das posturas, em função da situação presente e das sensações gravíticas.
- O segundo, que é o modelador da actividade tónica, encontra-se na dependência dos centros nervosos supra-segmentares que regulam a vida afectiva.

O tónus, que se exprime na postura, prepara, orienta e suporta todo o movimento na sua execução, constituindo o pano de fundo de todo o acto motor.^[2,4,14]

O tónus muscular é definido como a resistência do músculo-esquelético à distração passiva, quando o indivíduo se encontra relaxado. O tónus, que se deve às propriedades visco-elásticas dos músculos e dos diversos elementos constituintes de uma articulação, depende da actividade dos motoneurónios alfa-tónicos e gama que se encontram, por sua vez, sob a influência do estado de vigiância do organismo. Ou seja, o tónus é uma actividade sempre presente, que ajusta os músculos a diferentes graus de tensão e consistência, regulando as diferentes fases do movimento, sendo predominantemente observado a nível dos músculos extensores dos membros inferiores e coluna, quando o indivíduo se encontra em posição ortostática.^[2,4,14]

Na interacção com a gravidade, são os músculos que asseguram a coesão mecânica entre os segmentos ósseos, sendo o SNC, através da estimulação dos motoneurónios que enervam os músculos, responsável pelo estado de tónus muscular. Esta tonicidade tem como objectivo manter a postura corporal, através da distribuição do tónus pelos vários músculos. Todavia, esta distribuição não ocorre por igual em todos os músculos, verificando-se uma maior tonicidade nos músculos que se opõem à força da gravidade.^[2,4]

Contudo, qualquer acção motora para ser consequente, para que o organismo atinja determinado objectivo, exige que esse organismo se encontre em equilíbrio. Este facto significa que a postura tem de, igualmente, manifestar um estado de tónus de equilíbrio.^[4]

A actividade tónico-postural é resultante de uma permanente adaptação da actividade tónica, de modo a conferir eficácia ao movimento e assegurar, simultaneamente, o equilíbrio e a estabilidade do posicionamento corporal.^[13]

Assim sendo, a postura encontra-se na charneira entre a actividade tónica e a actividade motora, já que qualquer movimento parte sempre duma determinada postura, sustida por uma

contração muscular tónica.^[2,4]

Madeira (1990) considera que a tonicidade está subjacente a toda a actividade motora, influenciando a qualidade da respectiva manifestação, sendo fundamental propiciar níveis óptimos da actividade tónica através de uma vivência regular e sistemática de práticas corporais que afectem as modulações tónicas. Qualquer imprecisão na carga tensional – excessiva ou reduzida – compromete, inevitavelmente, a coordenação do gesto e sua sequência temporal.^[15]

No que respeita aos diferentes patamares de organização ou de funcionamento tónico, devem ser distinguidos três níveis – tónus de repouso, tónus postural ou de atitude e tónus de acção.^[2,3,4,14]

- Tónus de Repouso

O tónus de repouso, ou permanente, é o regime mais baixo, caracterizando o funcionamento do aparelho muscular numa pessoa em repouso, com o seu corpo totalmente relaxado. Corresponde à contração mínima ou à ligeira excitação de um músculo em repouso.

- Tónus Postural ou de Atitude

Como substrato da realização de uma qualquer praxia, torna-se verdadeiramente imprescindível a aquisição prévia de um óptimo posicionamento corporal, possível apenas através do afinamento tónico dos grupos musculares implicados.

Esta actividade muscular, que precede imediatamente a acção – não é mais do que o corolário de uma atenção sobre o envolvimento, e o que permite ao corpo, "estar disponível para..." O desempenho da sua missão não é compatível com um estado de relaxamento absoluto do corpo mas, pelo contrário, requer uma adequada atitude específica que cada indivíduo expressa.

O tónus postural resulta de um conjunto de reacções de equilibração e de manutenção da atitude, fornecendo uma referência a um suporte para a execução de acções motoras, ou seja, o tónus postural ou de atitude constitui a base do acto motor, dado que só a partir desta contração tónica – cuja finalidade é a fixação de uma atitude de partida devidamente equilibrada – se vem sobrepor a contração física, propriamente dita.

- Tónus de Acção

O terceiro nível de trabalho do músculo é o que provoca – ou o deslocamento dos segmentos ósseos, com vista a uma acção com movimento, ou a manutenção de uma posição, no caso de uma acção sem movimento. Nesta situação, a parte activa do movimento é assegurada por um conjunto de músculos agonistas.

Este tipo de trabalho muscular pode alcançar um alto nível de intensidade, o qual não pode ser mantido durante muito tempo, uma vez que o músculo em contracção intensa prolongada, rapidamente entra em fadiga, por esgotar as suas reservas energéticas.

Em termos de funcionalidade, o tónus de acção assegura a transição do esquema de atitude ao esquema de acção, acompanhando todas as variações deste, garantindo as condições de apoio necessárias à prossecução dos actos motores.

De igual modo, mas ao nível de cada músculo, a sua adaptação funcional tónica estabelece-se também em três níveis:^[2,4]

- Num primeiro patamar, a adaptação funcional do músculo é efectuada na forma de reflexo miotático ou de estiramento, para a auto-manutenção da tensão.
- Num segundo nível, existe a modulação da actividade reflexa anterior, realizada pelo cerebelo e tronco cerebral, a fim de responder às necessidades de manutenção da postura, do equilíbrio e de certos movimentos geneticamente determinados, como, por exemplo, a locomoção.
- Num terceiro patamar – já mais elevado – constata-se a interferência cortical na adaptação funcional muscular, que reflecte a livre vontade do sujeito e os automatismos já adquiridos.

Em termos gerais, pode afirmar-se, que a tonicidade está subjacente a toda a actividade postural e de equilíbrio, que tem, como fim último, a aquisição de um equilíbrio geral e a sua adaptação à situação envolvente, de acordo com as informações sensoriais.^[2,4]

Por outro lado, a actividade tónica está intimamente ligada à actividade motora, cuja

coordenação só é possível tendo como base um estado de equilibração que se encontra na dependência da actividade postural, e esta, por sua vez, dependente da actividade tónica.^[3]

Os conceitos de actividade tónica, postural e de equilíbrio, são interdependentes e fazem parte de um único propósito – o movimento – que, quando devidamente realizado, se encontra coordenado, o que equivale a dizer, que todos os factores que nele tomam parte tem a sua contribuição no momento certo, no local certo e com a intensidade adequada a cada situação.^[2,4]

O conceito de equilíbrio é definido como a habilidade para manter o corpo na posição bípede, graças aos movimentos compensatórios, implicando a motricidade global e a motricidade fina, quando o sujeito permanece no mesmo lugar (equilíbrio estático) ou quando se desloca (equilíbrio dinâmico).^[14,16]

O equilíbrio, mesmo na posição erecta, é muito complexo, dado o corpo ser formado por elementos heterogéneos e susceptíveis de se animarem, total ou parcialmente, sobre a influência de acções ou de reacções automatizadas. A conservação deste equilíbrio, durante a locomoção, exprime-se pela adaptação quase perfeita ao movimento inicial.^[2,4]

Para Falise (1980), "...um sujeito está em equilíbrio quando a contracção da musculatura mantém o centro de gravidade no prumo da sua base de sustentação".^[17]

Cratty (1979), ao definir o equilíbrio, atribui-lhe uma visão dinâmica, como sendo "a habilidade de um indivíduo se manter equilibrado na presença de condições de queda ...". Para este autor, o equilíbrio é um atributo básico e, ao mesmo tempo, muito complexo.^[4]

Este conceito reporta o equilíbrio para a manutenção, quer de uma posição absoluta no espaço, quer da posição relativa dos segmentos corporais, através das contracções musculares. As contracções musculares desencadeiam uma série de movimentos compensatórios que corrigem a posição relativa dos segmentos, e isto tanto no equilíbrio estático como no equilíbrio dinâmico.^[4,14]

Porém, o equilíbrio, na sua concepção geral, é mais do que um fenómeno mecânico relacionado com posições ou formas físicas, constituindo um processo em contínuo ajustamento, dependente de aferências inerentes ao próprio corpo e ao espaço onde se relaciona numa situação particular, pois não perspectiva apenas aspectos anatómicos e mecânicos, nem se circunscreve unicamente ao alinhamento vertical do centro de gravidade, da

cabeça, do tronco e dos membros. "...Ele é resultante de uma infinidade de reflexos sensório-motores integrados nas diversas partes do sistema nervoso, mediante uma regulação automática extremamente complexa".^[2,3,4]

Enquanto o estado de equilíbrio é um conceito físico, ou simplesmente espacial, a equilibração é uma função psicomotora regulada por um sistema neurofisiológico complexo, sendo uma função determinante da organização psicomotora e, como tal, o alicerce de todas as acções coordenadas e intencionais, ao envolver uma multiplicidade de ajustamentos posturais antigravíticos, e a condição indispensável á proficiente concretização da actividade práxica.^[2,3,4]

Se os indivíduos, mesmo na ausência de qualquer deslocamento aparente, estão permanentemente em actividade, devemos admitir que a noção de equilíbrio existe tanto na actividade tónico-postural como no movimento.^[2,4]

O homem quando se desloca necessita igualmente de uma actividade de equilibração, que é fornecida através do reconhecimento que faz do meio que o envolve e, igualmente, da própria progressão nesse meio. É por intermédio da integração da informação, fornecida pelos sistemas somato-sensorial, vestibular e visual, que o homem faz esse reconhecimento, não esquecendo, contudo, o suporte vegetativo, materializado nas mais variadas funções como a respiratória, cardíaca, gastrointestinal, renal, hormonal...^[2,4]

Pode dizer-se, que a execução eficiente de uma dada tarefa motora, para além de requerer a concomitante activação de um determinado conjunto postural, necessita de certa adaptação dos próprios mecanismos posturais que se encontram relacionados com o equilíbrio.^[4]

Assim a actividade tónico-postural de um indivíduo deve ser considerada como um suporte primário para a exploração do espaço circundante, em termos de análise perceptual e acção motora. Para esta exploração, o sistema nervoso tem de possuir uma imagem exacta da posição dos segmentos corporais em relação uns aos outros e em relação ao espaço. A imagem postural interna, ou esquema postural corporal, fornece esta informação e é monitorizado por aferências multisensoriais.^[2,4]

1.3. Alinhamento e Ajustamento Postural

Um dos pré-requisitos mais importantes para a adopção de uma postura correcta, ou seja,

um bom alinhamento, é a percepção da posição relativa dos vários segmentos corporais e destes com o meio que os envolve, o que está intimamente ligado com o conceito de imagem corporal.^[2,4]

No alinhamento postural ideal, a cabeça encontra-se numa posição bem equilibrada, na qual o esforço muscular para a manter é mínimo. As curvaturas da coluna vertebral, lordoses cervical e lombar e cifose dorsal, estão presentes mas reduzidas, na posição erecta, dependendo do nível do tonús postural. A pélvis encontra-se numa posição neutra, sem báscula anterior ou posterior, o que conduz ao alinhamento do abdómen, do tronco e dos membros inferiores.^[8]

Numa postura perfeitamente alinhada, a linha de projecção lateral da gravidade passa pelas seguintes estruturas:^[1,2,4,14,18]

- Apófise mastóide;
- Um pouco à frente da articulação gleno-umeral;
- No centro da articulação coxo-femural;
- À frente do centro da articulação do joelho;
- À frente da articulação tíbio-társica.

Durante a ocorrência de qualquer modificação da postura, ou quando se executa um dado movimento proporcionado por determinados conjuntos musculares, existem, em contrapartida, outros músculos que tendem, não forçosamente a contrariar a acção dos primeiros, mas a compensarem constantemente, através de diversos ajustamentos, o desvio do CP por eles originado, procurando posicioná-lo dentro do polígono de sustentação, para que o organismo possa continuar a responder duma forma adaptada, as estimulações do envolvimento material e humano.^[2,3,4]

O ajustamento postural é desenvolvido no momento anterior a qualquer movimento, verificando-se uma antecipação do desequilíbrio que o movimento irá provocar. A região de transição bulbo-espinhal, é o centro do ajustamento, embora a realização dos mecanismos básicos desse ajustamento sejam aparentemente regulados por vários circuitos que passam pelo cerebelo, pelos feixes cerebelo-rubro-espinhal e cerebelo-tálamo-cortical.^[2,4]

Desta forma, o ajustamento postural que controla tanto a posição como o CP, no decorrer do movimento, aparentemente está organizado a dois níveis — um, a nível inferior, que tem como função ajustar o movimento de forma automática, quando o mesmo se inicia por via das estimulações sensitivas, ou de origem central; e um outro, a um nível superior, que controla os circuitos inferiores e promove a adaptação da actividade postural em cada um dos movimentos.^[2,4]

1.4. Controlo Postural e Coordenação Motora

Se o controlo do tónus postural é resultante de uma complexa coordenação entre diferentes áreas do sistema nervoso, o controlo da postura também não é somente mediado por reflexos locais de estiramento, representando, na verdade, um padrão motor coordenado e pré-determinado.^[2,4,18]

Até há algum tempo atrás, o controlo postural era visto como resultado de respostas reflexas e hierarquicamente organizadas, desencadeadas por canais sensoriais independentes. Actualmente, é visto como resultado de um relacionamento complexo e dinâmico entre o sistema sensorial, constituído pelos sistemas visual, vestibular, e somatossensorial, e o sistema motor.^[2,4]

Nas fases de transição do desenvolvimento postural e da locomoção, as informações visuais aparecem como dominantes no controlo da actividade postural. Com o passar dos anos, têm-se registado alterações da actividade postural, demonstradas através de estudos posturográficos, onde é dado verificar-se um aumento de amplitude das oscilações, nas provas de imobilidade ortostática, cujo efeito é ampliado aquando da ausência das aferências visuais e em novos posicionamentos de equilíbrio – na comparação do adulto jovem com o idoso.^[2,4,18]

Mais recentemente, em trabalhos realizados com populações de adultos "normais" – jovens e idosos – verificaram-se diferenças significativas entre estes dois grupos, indicando que os idosos são menos estáveis, quer estejam com olhos abertos ou fechados. Neste grupo etário é natural esperarem-se alterações da estabilidade postural, dada a diminuição da velocidade de condução nervosa e da força muscular que se registam nestes indivíduos.^[2,4,18,19,20,21]

Através de estudos electromiográficos, demonstrou-se que há um aumento de latência

das respostas musculares posturais, no idoso, em relação ao adulto jovem, quando se procura induzir uma situação de desequilíbrio e, sobretudo, quando as aferências sensoriais estão reduzidas, o que, por outro lado, vêm demonstrar a não existência, nestas idades, de grande redundância, no que concerne as mesmas informações.^[2,4,18,19,20,21]

Segundo Sérgio (1995), a verificarem-se alterações significativas, no que respeita ao controlo postural, não deverá ser somente a idade, a principal responsável por uma maior amplitude de oscilações do corpo e, conseqüentemente, a poder levar às quedas, mas sim, a existência concomitante de quadros patológicos, apesar de, por vezes, ser difícil a sua detecção.^[4]

Por muito simples que seja um gesto, ele transcende sempre a acção de um único músculo, implicando, não só, outros músculos com acção semelhante à do principal, que desenvolve essa acção motora (músculos agonistas), mas também os músculos cuja disposição anatómica lhes concede uma acção articular exactamente oposta (músculos antagonistas). Quando se pensa na execução de um movimento coordenado, atenta-se geralmente ao papel dos músculos agonistas como principais intérpretes da maior força, velocidade, duração ou precisão do movimento. No entanto, deve-se colocar em igual nível de importância a intervenção dos músculos antagonistas, dado que também passa por eles a gradação das variáveis referidas para a execução de um movimento.^[2,4]

Na execução de um movimento, e no referente à contracção muscular subjacente a esse dado movimento, importa distinguir dois tipos de coordenação – a intermuscular e a intramuscular.^[2,4,14]

A coordenação intermuscular assume-se como o trabalho de coordenação entre os músculos agonistas e antagonistas. O grau dessa colaboração tem uma influência decisiva na velocidade, assim como na economia da participação de grupos musculares, num determinado movimento. Por outro lado, a coordenação intramuscular traduz a cooperação entre o SNC e o aparelho locomotor, revelando a coordenação entre as unidades motoras do mesmo músculo no processo de sinergia muscular.^[2,4,14]

A relação entre a célula nervosa e as fibras musculares por ela enervadas – a unidade motora – é que permite ao sistema nervoso regular a contracção muscular desejada, no sentido de se obter a determinada força, velocidade e duração de contracção.^[2,4,14]

Cada músculo é enervado por três tipos de unidades motoras:^[2,4,14,18,22,23,24,25]

- As unidades motoras tónicas são caracterizadas por possuírem um motoneurónio alfa de pequeno diâmetro, uma força menor, gasto energético mínimo, persistência da contracção e resistência à fadiga.
- As unidades motoras tónico-fásicas incluem-se entre as motoras tónicas e as motoras fásicas.
- Por último as unidades motoras fásicas caracterizam-se por motoneurónios alfa de grande diâmetro, potente contracção, curta duração e muito fatigáveis.

Os motoneurónios são recrutados segundo o seu limiar de excitabilidade, em função do seu diâmetro – os motoneurónios alfa tónicos são activados em primeiro lugar, sendo os alfas fásicos activados mais tarde. Por outro lado, se o comando é agrupado, o conjunto dos motoneurónios respondem simultaneamente.^[2,4,14,18,22,23,24,25]

Em regra, os músculos mais profundos e relacionados com a actividade postural apresentam uma enervação motora rica em motoneurónios alfa tónicos e tónico-fásicos. As grandes massas musculares superficiais, com função cinética, apresentam uma predominância de motoneurónios alfa fásicos.^[2,4,14,18,22,23,24,25]

É da resultante das possibilidades de funcionamento de cada unidade motora (frequência de contracção) e do jogo entre as constituintes do grupo neurónio motor-músculo que emerge o processo de coordenação intramuscular.^[2,4,14]

Deste modo, a coordenação pode ser definida como sendo o funcionamento óptimo dos músculos na produção do acto motor. Fisiologicamente, ainda para o mesmo autor, é a boa enervação dos músculos que os capacita para agirem de uma forma adequada e útil.^[2,4,14]

Já Espénschade & Eckert (1980), tinham referido que os indivíduos têm uma boa coordenação, quando se movem facilmente e as suas acções apresentam uma sequência e tempo bem controlados.^[4]

Para Le Boulch (1985), a coordenação assume-se como a interacção do bom funcionamento do SN e a musculatura do movimento, ou seja, como uma acção coordenada entre o SNC e a musculatura fásica e tónica, ou como um ajustamento dinâmico e contínuo,

relativo ao envolvimento.^[4]

Tubino (1989) considera a coordenação como a qualidade física que permite ao homem assumir a consciência e a execução, levando-o a uma integração progressiva de aquisições, favorecendo-o a uma acção óptima dos diversos grupos musculares na realização de uma sequência de movimentos com um máximo de eficiência e economia. O desenvolvimento da coordenação, que ocorre desde os primeiros anos de vida, está sempre implícita nas destrezas específicas de qualquer acto motor, sendo, deste modo, um pré-requisito para qualquer indivíduo atingir um alto rendimento. Considera ainda, o mesmo autor, que o sistema nervoso é a variável condicionante da coordenação.^[4]

De acordo com a *Association Française de Posturologie* (1986), existem diferentes tipos de receptores, diferenciados em entradas primárias – visuais, vestibulares e somáticas (como as podais e musculo-tendinosas) – e secundárias – proprioceptivas do ráquis e óculo-motoras – sendo os neurónios motores responsáveis pela integração das múltiplas aferências conduzidas até eles, antecedendo o estímulo muscular final.^[4]

Acerca destas entradas ou receptores, afirma-se que as informações visuais e os movimentos oculares desempenham um papel de extrema importância no controlo e na manutenção do equilíbrio corporal. Por outro lado, os músculos extra-oculares têm um importante papel na regulação da postura, ao moderarem a amplitude motora dos diferentes segmentos corporais, em apenas alguns graus, no que respeita ao endireitamento do eixo cefálico. Em movimentos de maior amplitude a regulação é efectuada pelo labirinto.^[2,4,18,22,23,25]

Contudo, e segundo o mesmo autor, a orientação proporcionada pelo sistema visual não modifica a distribuição da posição do CG no interior do polígono de sustentação (situado no quadrante posterior direito em três quartos dos indivíduos).^[2,4,18,22,23,25]

A amplitude e a frequência dos deslocamentos corporais encontram-se aumentadas quando os indivíduos cerram os olhos. Quanto maior for a riqueza da estimulação, mais reforçado se toma o controlo postural. A visão é uma componente que age em complementaridade com as demais informações, proporcionando no entanto, uma informação proprioceptiva mais rica que a do sistema vestibular ou que a dos mecanorreceptores podais.^[2,4]

Os seis músculos extra-oculares, nos quais existem receptores proprioceptivos, e que constituem uma entrada secundária, participam igualmente no controlo postural.^[2,4]

Roll & Roll, (1985), demonstraram que a vibração dos músculos oculomotores provocava um movimento do eixo corporal, assegurando, deste modo, o papel postural das aferências fusoriais oculomotoras. Por outro lado, este sistema, pelo tipo de movimentos que induz nos globos oculares, permite ao indivíduo a fixação do olhar no alvo, contribuindo assim para estabilização visual da sua postura.^[4]

Este sistema, como não possui relação directa com o exterior, é influenciado por vários centros sub-corticais e corticais, na sua função estabilizadora, caracterizada pela ocorrência de vários reflexos oculares que tornam possível a transmissão da informação visual aos centros de regulação postural. Um desses sistemas refere-se ao reflexo óptico-cinético, responsável pela estabilização das imagens na retina, durante os movimentos da cabeça, ao fim de 0,5 segundos.^[2,4,18,22,25]

Este reflexo surge quando o movimento unidireccional da cabeça é mais prolongado, ocasionando a adaptação do reflexo óculo-vestibular, e quando não há, por conseguinte, movimentos compensatórios. Deste modo, para conservar a imagem localizada na retina, o globo ocular começa a perseguir automaticamente o alvo, à medida que a cabeça se movimenta. Esta perseguição conserva a velocidade do olho, igual e em sentido oposto, à da cabeça. Quando o objecto, que está a ser perseguido, se movimenta para fora do campo visual, o globo ocular tem uma sacada rápida em direcção ao alvo a perseguir, acompanhando-o.^[2,4,18,22,25]

Paralelamente a este movimento-reflexo de perseguição, existe, o sistema de vergência – de convergência ou de divergência dos eixos oculares, consoante o alvo se aproxima ou se afasta – que trabalha em associação com o sistema reflexo de controlo da pupila e do cristalino, igualmente designado por reflexo de acomodação. O centro de controlo para a vergência parece localizar-se no córtex occipital.^[2,4,18,22,25]

Acerca da importância da visão, Berthelot (1973), é de opinião que "as informações visuais e os movimentos oculares continuam a desempenhar um papel importante no controlo e manutenção do equilíbrio postural, ao longo do desenvolvimento e no adulto".^[4]

No entanto, outros autores têm considerado que o sistema visual apresenta uma limitada contribuição na manutenção da postura ortostática, quando comparado com os sistemas vestibular e somato-sensorial. Devido à dificuldade verificada na manutenção do equilíbrio, aquando da informação visual, afirma-se que o equilíbrio se encontra dependente da

estabilização do campo visual.^[2,4,18,22,25]

Gantchev (1980), demonstrou que a rotação dos olhos, de forma contínua, até 40°, não diminui a oscilação corporal, inferindo que a informação dos sensores da musculatura visual não é a causa da estabilização da oscilação. Corroborando estudos efectuados anteriormente, veio igualmente a verificar que as oscilações corporais se processam na mesma direcção dos movimentos oculares de perseguição de alvos em movimento (movimentos sacádicos).^[16]

Já Berthoz (1978), verificara que a perseguição de um alvo, em movimento linear, era susceptível de induzir uma inclinação no eixo corporal, no sentido desse movimento, sendo o grau da mesma proporcional à velocidade de deslocamento do objecto-alvo.^[4]

Nashner et al. (1982), tendo por base uma observação em doentes com défices vestibulares, verificaram a particularidade de os mesmos exagerarem o desequilíbrio quando fechavam os olhos. Contudo, também constataram, que o aumento das estimulações somato-sensoriais mascaravam a situação de deficiência, tal como Madeira (1986), refere, que a supressão da estimulação visual pode ser compensada pela entrada em função, no processo de equilibração, de outros analisadores sensoriais.^[3,4]

No entanto, os sinais nervosos que coordenam o núcleo oculomotor, entre si, e deste com o sistema vestibular, são transportados, em parte, no feixe longitudinal mediano que enerva os núcleos motores oculares dos III, IV, VI pares cranianos. Parte deste feixe, que se distribui homolateralmente, provém do núcleo vestibular superior, e a outra parte, provindo dos núcleos vestibulares mediano e inferior, integra o feixe vestibulo-mesencefálico, projectando-se, contralateralmente, nos núcleos motores do III e IV pares cranianos, apesar do controlo voluntário do movimento dos olhos ser independente do sistema vestibular.^[2,4,18,22,23,24,25]

A este propósito, é importante lembrar, que as regiões principais do córtex cerebral envolvidas nos movimentos voluntários dos olhos, são os campos oculares frontais.^[2,4,18,22,23,24,25]

Deste modo, o sistema da oculomotricidade constitui um exemplo do design modular do cérebro. Grupos específicos de neurónios desempenham operações específicas – alguns analisam a velocidade da cabeça, outros a velocidade do olho no espaço; havendo grupos de neurónios que analisam as diferenças entre os dois. Embora cada operação seja desempenhada por grupos separados de células, a maior parte dos módulos influenciam e

controlam as análises feitas pelos outros, através de interacções sinápticas. Muitos módulos partilham circuitos de análise e todos a via comum final do sistema.^[2,4]

Pode-se concluir que, no âmbito da regulação postural, a visão é hoje entendida como uma componente que completa, quer as informações vestibulares otolíticas, uma vez que estes não têm a capacidade de distinguir uma aceleração linear de uma inclinação do corpo (neste caso também existe a variável aceleração no plano da mácula), e quinestésicas, extravasando o âmbito da exteroceptividade, para onde se encontrava remetida.^[2,4]

Tendo o segmento cefálico, no seu conjunto, um papel importante na organização das acções posturais e cinéticas, o aparelho vestibular ocupa aí um lugar de destaque como órgão preparado para assinalar a posição da cabeça no espaço, os seus desvios em relação à atitude fundamental de referência e os seus deslocamentos.^[2,4,5,18,22,23,25]

Este aparelho, que está intimamente relacionado com o ouvido, fica localizado numa série de canais ósseos convolutos no rochedo do osso temporal, em cujo interior se situa o labirinto membranoso, correspondendo à parte posterior desse labirinto o aparelho vestibular, dividido em dois componentes, anatómica e fisiologicamente distintos: os dois órgãos saciformes – o utrículo e o sáculo – e os três canais semicirculares.^[2,4,5,18,22,23,25]

O labirinto possui dois tipos de receptores: as cristas ampolares, nos canais semicirculares, cuja estimulação mecânica pelas acelerações angulares origina reacções de equilíbrio cinético; e as máculas, no sáculo e útriculo, cuja estimulação mecânica pelas acelerações lineares origina reacções tónicas de equilíbrio estático.^[2,4,5,18,22,23,25]

Os padrões de estimulação, dos diferentes receptores, informam o SN sobre a posição da cabeça em relação à força da gravidade. Por sua vez, os sistemas motores vestibular, cerebeloso e reticular, excitam os músculos posturais apropriados para a manutenção do equilíbrio adequado.^[2,4]

O sistema vestibular funciona de modo extremamente eficiente para a manutenção do equilíbrio, quando a cabeça está numa posição próxima da vertical. Por outro lado, quando o corpo se afasta muito da vertical, a determinação da orientação da cabeça, pelo sentido vestibular, torna-se cada vez menos exacta. Na espécie humana, a extrema sensibilidade vestibular, na posição vertical, tem uma importância fundamental para a manutenção do equilíbrio vertical correcto.^[2,4,18,22]

No entanto, a perda de função das células que compõem as cristas ampolares dos canais semicirculares, faz com que a pessoa tenha uma diminuição do equilíbrio ao tentar realizar movimentos corporais rápidos. Por outras palavras, o mecanismo dos canais semicirculares prevê que o desequilíbrio vai ocorrer, antes mesmo de este ocorrer, e, desta maneira, faz com que os centros do equilíbrio providenciem os ajustes preventivos apropriados.^[2,4,18,22]

Os núcleos vestibulares, situados no tronco cerebral, e aonde ocorrem a maior parte das sensações recolhidas no labirinto membranoso posterior do temporal, ao estabelecerem conexões entre si e com os homólogos do lado oposto, funcionam como um centro de integração de informações provenientes do córtex cerebral, da substância reticulada, e de outros núcleos do tronco cerebral e da medula espinhal.^[2,4,18,22]

Assim, o sistema vestibular participa na manutenção e no controlo do tónus muscular, movimentos oculares e ainda no controlo postural e cinético dos membros e do tronco. Este sistema está também encarregue da detecção do posicionamento e da movimentação da cabeça no espaço, através da integração da informação dada por receptores periféricos, situados no ouvido interno, de cada lado da cabeça.^[2,4,18,22]

Contrariamente ao que se passa com os estímulos e as aferências visuais, no sistema vestibular, o organismo não tem a percepção consciente dos seus estímulos.^[4]

Nelson (1972), em trabalhos levados a efeito em adultos, versando o efeito da labirintectomia unilateral sobre o equilíbrio postural, verificou que este procedimento aumentava, significativamente, as perturbações posturais.^[3]

Por seu lado, Kehaiov (1976), verificou uma acentuada interdependência entre a estimulação vestibular e a percepção visual, num estudo acerca das influências vestibulares sobre as funções visuais e auditivas, feito em operários afectados por ruído intenso e vibrações, tendo constatado que a excitação vestibular, aquando da estimulação calórica, provoca deformações na percepção das diferentes cores e desencadeia situações de vertigem. Deste modo, o vestibulo, quando excitado, influenciava mais significativamente os objectos vermelhos e amarelos, os quais manifestaram as maiores deformações. Os objectos visionados com a cor verde foram moderadamente afectados, enquanto os objectos azuis e, sobretudo, os violetas, foram os menos modificados.^[3]

Quanto às manifestações auditivas, Kehaiov (1976), concluiu, que a excitação labiríntica

era susceptível de provocar atrasos na respectiva percepção, bem como distorções na intensidade sonora e na identificação da direcção da fonte emissora.^[3]

Young (1968), sintetiza assim a importância das estruturas vestibulares, ao afirmar que o envolvimento mais significativo deste sistema, sob o ponto de vista funcional, é dado pela participação do mesmo na manutenção e controlo do tónus muscular, no controlo dos movimentos dos olhos e da cabeça e no controlo postural e cinético dos membros e do tronco.^[3]

De entre as entradas primárias somáticas sem dúvida que a podal tem o papel mais relevante, ao incluir, quer os receptores proprioceptivos quer os exteroceptivos. Ainda que a mesma devesse ser tomada no sentido estrito, circunscrevendo-se ao pé, no entanto, iremos incluir todos os receptores do sistema postural situados ao nível dos pés e das pernas.^[2,4,14,18]

Os receptores proprioceptivos representam o início da via aferente mais importante das informações podais do sistema postural. Verificou-se que, numa compressão efectuada a nível dos tornozelos, com o fim de suprimir as aferências proprioceptivas vindas dos pés – deixando livre as demais aferências a montante, incluindo as motoras – o sistema postural era incapaz de compensar as oscilações ântero-posteriores, em indivíduos em posição ortostática sobre uma plataforma. Ou seja, sem as informações proprioceptivas vindas do receptor podal, o comando motor dos músculos das pernas não estabilizava.^[2,4,14,18,22,23,24,25]

Entre as aferências proprioceptivas podais, susceptíveis de serem utilizadas pelo sistema postural, e constituindo um tipo de sensibilidade profunda, encontram-se as aferências cápsulo-ligamentares de Gólggi e de Ruffini (receptores sensíveis ao estiramento e situados nas laminae aponevróticas e tendões), apesar de menos conhecidas, comparativamente em relação ao papel desenvolvido pelas aferências fusoriais (situados em paralelo com as fibras musculares).^[2,4,18,22,23,24,25]

Ainda que estejam incluídas nas entradas secundárias, importa sublinhar, que estas aferências, a nível medular, estão na base das regulações posturais.^[2,4]

Nas condições normais de ortostatismo, o nível da actividade das fibras IA e II parecem variar, concomitantemente, quer a posição do CG, quer o eixo ântero-posterior, os quais se encontram relacionados com a variação da velocidade dos deslocamentos do centro de pressão dos pés. A este propósito refere-se que, quanto mais o centro de gravidade se projecta para trás, em relação à perpendicularidade do equilíbrio ou à verticalidade do plano do eixo do

tornozelo, por aumento da actividade das fibras II tónicas, maior é a variabilidade da velocidade de deslocação do CP dos pés, devido ao aumento da actividade das fibras IA fásicas.^[2,4,18,22]

Assim, as aferências fusoriais tónicas e fásicas vindas, sobretudo, do receptor podal, representam uma fonte de informação muito importante para o sistema postural, sem a qual não pode funcionar normalmente na ausência da visão. Estas aferências são moduláveis por via dos motoneurónios gama, sobre os quais intervêm diversas influências supra-espinhais e segmentares.^[2,4,18,22]

No referente aos receptores exteroceptivos, as correspondentes informações, vindas das regiões podais, são de grande importância para o sistema postural. Está demonstrado que, quando um indivíduo aumenta a superfície de contacto entre a pele dos pés e o seu meio envolvente, pelo uso de sapatos, melhora as respectivas performances do seu sistema postural, constatando-se, do ponto de vista estatístico, uma diminuição da superfície e da amplitude das oscilações posturais.^[2,4,18,22]

Por outro lado, foi demonstrado que a insensibilidade da abóbada plantar, provocada por anestesia ou por frio, ocasiona perturbações do equilíbrio e da marcha.^[3]

Fornecendo a localização posicional entre os receptores podálicos e os cefálicos, no que respeita ao sistema postural, há que ter em conta a entrada secundária raquidiana, para a qual igualmente contribuem as informações vindas das articulações coxo-femorais e do joelho, ainda que os trabalhos experimentais sobre estas entradas ou receptores sejam, por ora, escassos.^[4]

Alguns trabalhos, como o de Richmond et al. (1979), têm vindo a chamar a atenção sobre as aferências propioceptivas da nuca, de origem essencialmente fusorial. A vibração destes músculos é susceptível de provocar uma resposta postural, ainda que não registável, quando o sujeito se encontra sobre uma plataforma.^[4]

Madeira (1986), perspectivando ainda numa lógica de estudos neurofisiológicos, chama a atenção para a existência de outros trabalhos, sob o ponto de vista comportamental, da actividade postural, quase todos eles focando a influência dos níveis de vigiidade nesta actividade, tendo sido utilizados vários métodos para a sua determinação como – o electroencefalograma, a frequência cardíaca, a pressão arterial, e a resistência palmar.^[3]

Os efeitos exercidos pelos níveis de vigiidade, na regulação da actividade postural, têm sido objecto de várias investigações. Deste modo, os investigadores têm demonstrado uma

certa unanimidade, uma vez que consideram que os níveis de vigiidade interferem com a delicadeza dos finos ajustamentos posturais. Assim, Madeira (1986), citando Baron (1971), verificou que, pela aplicação de provas farmacológicas, actuando sobre certas estruturas da substancia reticulada – aos casos de aumento do nível de vigiidade, correspondia a uma diminuição da amplitude dos movimentos laterais e ântero-posteriores; aos casos de diminuição do nível de vigiidade, correspondia um aumento da amplitude dos movimentos laterais e ântero-posteriores.^[2,4,14,18,22,25]

Num estudo realizado sobre a estabilização da postura vertical, durante o stress emocional, conclui-se que:^[4]

- A avaliação quantitativa das oscilações do corpo, durante a estabilização da postura vertical, permitiu revelar a dependência deste parâmetro em relação com certos estados emocionais.
- As particularidades da profissão, a tipologia e outras actividades, são de grande importância para a determinação da influência do stress emocional, na estabilização da postura vertical.

Por outro lado, o aumento do nível de vigiidade, por uma participação mais ou menos activa do córtex, parece aumentar a subtilidade dos ajustamentos posturais, ao contrário da emotividade, que tende a perturbá-la.^[4]

O estabelecimento de uma relação específica entre os finos mecanismos de controlo da actividade postural e a actividade motora desenvolvida, levou Paillard (1986) a considerar, que a formulação e adaptação desses mecanismos só são possíveis através de uma remodelação dos circuitos nervosos, o que demonstra uma certa plasticidade do próprio sistema de controlo postural. É por intermédio desses circuitos nervosos que o organismo se encontra capacitado para poder responder aos estímulos, quer de origem intrínseca quer extrínseca, os quais são captados pelos diferentes receptores sensitivos, e, mais tarde, direccionados para os centros de integração, situados a vários níveis do eixo nervoso central cérebro-medular, de onde tem início a resposta motora.^[5]

Relativamente a qualquer movimento, sendo este entendido – por qualquer modificação que se efectue no inter-relacionamento dos diferentes componentes articulares a nível de um segmento do corpo humano – vai originar alterações do primitivo posicionamento, isto é, da

original manifestação postural.^[2,4,14,18]

Na realidade, os motoneurónios medulares – terminais de uma complexa rede de inter-induções – são bombardeados por informações provenientes de diversas fontes, desde as referentes às próprias estruturas do aparelho locomotor e da pele, às dos centros cerebrais superiores, todas elas exercendo um controlo descendente na manutenção da actividade tónico-postural e na locomoção.^[2,4,18,22,25]

1.5. Mecanismos Neurobiológicos

O controlo da postura e do movimento é efectuado através do ajustamento da contracção dos músculos esqueléticos, o que, por sua vez, requer que o sistema motor tenha uma informação contínua do que acontece na periferia.^[2,4,18,22,23,25,26,27]

Os músculos, os órgãos responsáveis pela resposta motora, actuam como se fossem "molas elásticas" reguláveis, em que a potência do trabalho efectuado está directamente relacionada com o seu grau de estiramento e com a intensidade da estimulação neural.^[2,4,14,18,23,24]

A integração desta informação, proveniente dos distintos receptores sensitivos, é colocada a diferentes níveis do SNC, consoante a sua crescente complexidade, de maneira a dar a resposta mais apropriada a cada tipo de estímulo. Assim temos a considerar:^[2,4,18,22,23,24,25,26,27]

- O 1º nível de integração Sensório-Motora corresponde à Espinhal Medula, responsável pela resposta mais automática e estereotipada a um dado estímulo ou reflexo.
- O 2º nível de integração encontra-se no Tronco Cerebral, cujos neurónios processam as informações ascendentes provenientes da medula e as veiculadas por determinadas estruturas sensitivas, tendo especial relevo, o processamento de aferências relativas a ajustamentos posturais. O tronco cerebral, para além de efectuar a integração das ordens vindas dos centros nervosos superiores, é o local onde se iniciam as vias motoras descendentes, à excepção da córtico-espinhal. Deve igualmente a sua importância, ao facto de possuir a substância reticular.

- O 3º nível de integração situa-se no Córtex Cerebral, correspondendo à área 4 de Brodmann. Nesta porção cortical é efectuado o processamento das "ordens" motoras que, necessitando deste nível de organização, são canalizadas posteriormente para o tronco cerebral e outras estruturas sub-talâmicas, assim como para a medula. Contudo, a área cortical 4 de Brodmann recebe aferências vindas de outros níveis corticais, como é o caso da região cortical pré-motora e de centros nervosos inferiores. Para além destas informações, de âmbito central, os centros de integração, qualquer que seja o seu nível de situação hierárquica, recebem igualmente informações sensoriais periféricas, interferindo estas no estímulo enviado.
- A integração Sensório-Motora de nível mais elevado - 4º nível de integração - e efectuada na área Cortical Pré-Motora ou área 6 de Brodmann. A designação pré-motora deve-se ao facto de ser nesta zona que se programa o movimento, sendo o córtex motor, por este motivo, o centro onde a sua acção se vai particularmente sentir.

Sendo o nível de integração "mais elevado", a informação que é veiculada é também mais seleccionada, podendo, inclusivamente, ser suprimida a nível dos retransmissores sensoriais, por "ordens" vindas das áreas superiores.

O córtex pré-motor encontra-se situado numa posição anterior, em relação à área motora primária ou área 4 de Brodmann, no lobo frontal, recebendo informações do córtex parietal posterior (área 7) e do cerebelo. É responsável pela preparação de qualquer acção motora voluntária (encontrando-se ligado à actividade postural) e pelo controlo dos músculos axiais proximais e das cinturas escapular e pélvica.

No referente ainda a aspectos da selecção de informação, e directamente relacionado com a actividade dos mecanismos motores, encontra-se o Cerebelo. Este órgão controla a transmissão de sinais dos centros motores do tronco cerebral e da área motora cortical, em direcção à medula vertebral.

O cerebelo recebe informações da periferia, do tronco cerebral e do córtex cerebral, sendo de grande importância no SNC, devido ao facto de constituir a central telefónica do sistema motor. Recebe chamadas de todos os centros motores e até de vários receptores sensoriais, já atrás mencionados, enviando, por sua vez, as

respectivas ordens a esses centros motores, cabendo-lhe igualmente o papel de coordenar vários movimentos simultâneos.

Em conclusão: pode referir-se, que a postura é uma posição indefinível que varia de indivíduo para indivíduo, representando uma relação morfológica entre as diferentes partes do corpo, sendo determinada pela integridade do sistema músculo-esquelético. Ou seja, a postura evidencia o modo de alinhamento dos vários segmentos do corpo, o qual se modifica consoante as posições e movimentos de um indivíduo, ao longo de toda a sua vida, representando a estrutura onde se alicerça o seu inerente comportamento motor.^[2,4,26,27]

Paralelamente, a postura tem como objectivo a manutenção do equilíbrio, com um mínimo de contracções musculares, de modo a favorecer o controlo perfeito e harmonioso do corpo. Deste modo, pode afirmar-se, que na base da execução de qualquer movimento, encontra-se a actividade postural que, através da sua componente tónica (tónus postural), prepara, orienta e suporta o movimento, conferindo-lhe eficácia e harmonia. Através da sua função antecipativa ou preparatória, tenta equilibrar o corpo no sentido de permitir o movimento pretendido, coordenando os vários conjuntos sensorio-motores constituintes dos diversos subsistemas posturais e motores.^[2,4,18,26,27]

1.6. Métodos de Estudo e Registo da Actividade Tónico-Postural

O estudo da actividade tónico-postural ortostática, manifestada pelas várias atitudes ou posturas assumidas pelo organismo, denomina-se Posturologia.^[1,2]

Hoje em dia, o estudo da actividade tónico-postural ortostática pode ser realizado através de um exame global das performances posturais, recorrendo a equipamento específico, ou através de um exame analítico (exame clínico postural) baseado nas respostas a um conjunto de testes.^[2,3]

O estudo da actividade postural é efectuado através da – Posturografia – consistindo a mesma num conjunto de técnicas de registo e de investigação funcional dos sistemas que regulam a actividade postural, associados à postura humana. Esta pode ser avaliada em pé, embora também possa ser efectuada em outras posições, tais como, sentado e em decúbito dorsal.^[2,4]

Diversas áreas do conhecimento, designadamente, as áreas clínicas, têm utilizado a posturografia para avaliação e valorização da capacidade de trabalho, tendo alguns autores, inclusivamente ensaiado e aperfeiçoado a aplicação das técnicas posturográficas no diagnóstico diferencial.^[2,4]

Da mesma forma que existem vários métodos de análise, também se pode recorrer a diversos aparelhos, tais como:^[2,4,8,18,21,28,29]

- O Estabilógrafo – neste aparelho faz-se a dissociação dos movimentos ântero-posteriores dos movimentos laterais.
- O Estatoquinesímetro – o estudo realizado através deste aparelho, apoia-se no facto de o corpo humano apresentar oscilações permanentes com um determinado ritmo, com vista a estabelecer consecutivamente o seu equilíbrio. É dirigida para a avaliação das estratégias automáticas de destabilização fina, mantendo o centro de gravidade dentro de estreitos limites. Num determinado período de tempo, fornece informações sobre a localização da projecção do CG do corpo, em relação ao centro do polígono de sustentação; e a evolução da frequência e amplitude dos deslocamentos do centro de gravidade, ou seja, avalia e regista a evolução do fenómeno no espaço e no tempo.
- O Estabilómetro ou Plataforma de Estabilidade – está vocacionado para avaliar as estratégias de luta, com a intervenção dos reflexos de equilíbrio, contra a destabilização que projecta a linha de gravidade para além dos limites do polígono de sustentação.
- As Plataformas de Força – estes aparelhos que usam a piezoelectricidade, propriedade que alguns cristais apresentam de se electrizarem quando submetidos a pressões em determinadas direcções, são muito comuns em estudos de equilíbrio, pois constituem um sistema de análise dos parâmetros cinéticos num movimento (Ferreira, 2003). Estes cristais irão permitir medir as pressões realizadas em três direcções perpendiculares entre si – ântero-posterior (eixo dos yy'), látero-lateral (eixo dos xx') e vertical (eixo dos zz').

Na Posturografia Convencional, as análises baseiam-se na projecção do CP sobre uma plataforma, e na movimentação do ponto de aplicação da força de reacção do solo, com

bastante nitidez e sensibilidade, o que permite identificar o nível de funcionalidade global e o de cada ponto envolvido na manutenção do equilíbrio e da posição ortostática. Desta forma, a plataforma de força quantifica a variação dinâmica da troca de forças entre um indivíduo e a superfície dessa plataforma, sobre a qual se encontra colocado, durante a execução de uma determinada tarefa motora. Os sinais posturográficos recolhidos pela plataforma de forças representam um indicador, mesmo que indirecto, de como o sistema de controlo motor é capaz de organizar os segmentos corporais para manter o equilíbrio através das reacções de reajustamento. Uma vez que a plataforma de forças consegue perceber, monitorizar e registar o deslocamento do CG, torna-se possível, através deste método, analisar a simetria na transferência de peso, a interacção dos vários sentidos no processo de equilibração, o controlo motor voluntário e a coordenação neuromuscular.^[2,4,13,18,21,28,29]

De uma maneira geral, a utilização da plataforma de forças no estudo da postura e do equilíbrio corporal, fornece informações importantes, sem que para isso sejam necessários procedimentos complexos e invasivos. Trata-se de estudos de baixo custo, rápida aplicação, constituindo por isso um procedimento bastante vantajoso.^[2.4.13,18,21,28,29]

Para os fisioterapeutas é fundamental ter na sua posse instrumentos que avaliem, adequadamente, o equilíbrio, de modo a validarem quantitativamente a sua intervenção. A Posturografia Dinâmica Computorizada (PDC), ao identificar e caracterizar o contributo das aferências visuais, vestibulares e proprioceptivas, permite identificar as estratégias de equilíbrio – destacando as limitações funcionais – através da quantificação dos défices dos inputs sensoriais e dos sistemas motores de resposta automática necessários para o equilíbrio e mobilidade.^[2,4,13]

De uma maneira geral, a PDC, não permite o diagnóstico etiológico das perturbações do equilíbrio, mas sim uma avaliação global do mesmo e a possível identificação dos componentes destabilizadores, podendo ser utilizada para avaliar o grau de disfunção funcional e o grau de compensação vestibular; valorizar objectivamente as alterações do equilíbrio; monitorizar a evolução durante a reeducação vestibular; permitindo também a realização de exercícios.^[2,4,13]

A Plataforma mtdBalance® utiliza os mesmos princípios de todas as plataformas de forças, anteriormente mencionados. É um instrumento de avaliação constituído por uma plataforma de forças, com dois sensores independentes (esquerdo e direito), e por um sistema informático com *software* específico que, para além de registar as oscilações do CM, possibilita também o processamento de dados, de forma a poder compará-los com os dados normativos

existentes, fornecendo medidas quantitativas e fidedignas (segundo o manual de instruções). Esta plataforma permite medir e registar a actividade tónico-postural, assim como promove, concomitantemente, um treino reeducacional da performance do controlo postural, através de movimentos específicos para readquirir o equilíbrio (segundo o manual de instruções). Além da dimensão avaliativa, este sistema permite também a medição e o registo do equilíbrio e da coordenação estática e dinâmica do tronco; das extremidades superiores e inferiores, em diferentes posições (sentado e em pé); possibilitando ainda a aplicação de exercícios terapêuticos cognitivos em:^[2,4]

- Situações neurológicas – como, por exemplo, a esclerose múltipla, a doença de Parkinson, a paralisia cerebral infantil, as paralisias periféricas, de entre outras.
- Situações ortopédicas – como, por exemplo, as pós-fracturárias, as de próteses, endopróteses e rupturas ligamentares, de entre outras.
- Situações vestibulares.
- Situações geriátricas.

Para além desta função, a plataforma mtdBalance® facilita a implementação de um programa de exercícios progressivos, com *biofeedback* visual e monitorização em tempo real. Este facto traduz-se num aumento da estimulação e da motivação do indivíduo, para otimizar, mais rapidamente, o equilíbrio e o controlo postural. Por outro lado, a plataforma mtdBalance® também é útil na identificação dos factores de risco que podem estar na origem de quedas, constituindo um óptimo elemento de avaliação e registo, validando, quantitativamente, a intervenção do fisioterapeuta.^[2,4]

1.7. Embriologia e Desenvolvimento do Controlo Postural

O desenvolvimento motor inclui mudanças relacionadas à idade, tanto na postura, quanto no movimento. O processo de desenvolvimento ocorre durante toda a vida. Adolescentes, adultos jovens e pessoas com 30, 40 anos ou mais, também, apresentam contínuas mudanças no comportamento motor. Por muitos anos, os Fisioterapeutas atribuíram muitas das mudanças que vemos no comportamento motor a mudanças que ocorrem no SNC. Pensava-se que as mudanças do desenvolvimento nas habilidades motoras reflectiam a maturação do SNC.

Recentemente, entretanto, começa-se a perceber que o SN não é a única estrutura que determina as mudanças do desenvolvimento. Mudanças noutros sistemas do corpo, como as do músculo-esquelético e cardio-respiratório, também influenciam o comportamento motor. Por conseguinte, as causas do desenvolvimento motor são muitas. Cada sistema, tanto um sistema do corpo quanto um sistema ambiental específico, interage de um modo complexo e fascinante para realizar mudanças no comportamento motor conforme se envelhece.^[18,30]

As componentes básicas do mecanismo sensoriomotor estão presentes na criança saudável, aquando do nascimento. A integridade dessas componentes activador central e mecanismos de controlo, juntamente com um efector intacto e aparelho de feedback, é essencial para a aprendizagem do controlo postural. A organização dos segmentos do corpo desenvolve-se sequencialmente, começando pela capacidade para controlar o tronco, que actua como uma base estável na qual o movimento pode ocorrer. O desenvolvimento associado do movimento com um objectivo é o resultado da tentativa inicial e erro. Movimentos ao acaso “bem sucedidos” são reforçados, alcançando gradualmente um nível de eficiência consistente com a maturidade, necessidades e desejos do indivíduo. A eficiência desenvolve-se gradualmente à medida que o indivíduo aprende a mover-se dentro dos constrangimentos internos e externos impostos pelo meio e pela própria estrutura do corpo.^[30,31]

O desenvolvimento da destreza para cada habilidade parece depender da combinação entre prática, crescimento do corpo e maturação do SNC. Quanto mais refinada uma habilidade, maior deve ser a prática para o desenvolvimento do controlo necessário.^[18,26,30,32,33]

Durante a aprendizagem motora, o bebé recebe retroacção/*feedback* sensorial, altera os seus padrões de movimento, experimenta novas posturas, o que desenvolve a sua capacidade para a estabilização postural e o prepara para a actividade. Com a prática, através de tentativas de ensaio e erro, o bebé aprende e desenvolve *feedforward*, o que lhe permite estabelecer construções de memória e de esquemas de programa motor.^[18,26,30,32,33]

1.7.1. Desenvolvimento Motor Normal

O corpo está em constante mudança entre a infância e a idade adulta. A altura e o peso aumentam rapidamente durante os dois primeiros anos. O crescimento torna-se então mais gradual até que no início da adolescência ocorre o estirão de crescimento. O formato e as proporções corporais também mudam em razão do crescimento de diferentes partes do corpo em diferentes ritmos. O desenvolvimento físico segue um padrão cefalocaudal (da cabeça para

os pés) e próximo-distal (de dentro para fora), no qual as estruturas superiores e centrais amadurecem antes das inferiores e das regiões periféricas.^[18,26,30,32,33,34,35]

Os desenvolvimentos ósseos e musculares acompanham as mudanças que ocorrem em peso e altura. Os ossos alongam-se, afinam e gradualmente endurecem, completando o seu desenvolvimento ao final da adolescência. A idade óssea é uma ótima medida da maturação física. Os músculos aumentam em tamanho e densidade, particularmente durante o estirão de crescimento do início da adolescência.^[34]

O crescimento físico é bastante irregular, ou não-sincrônico, porque o cérebro, o sistema reprodutivo e os tecidos linfáticos amadurecem em diferentes ritmos. Também existem diferenças culturais e individuais no crescimento e desenvolvimento físico.^[34]

A coordenação da resposta postural vai de um estágio inicial de 4 a 6 anos de idade, alcançando a maturidade do adulto aos 7 a 10 anos de idade.^[35]

A capacidade dos sistemas sensoriais para detectar o desequilíbrio durante a posição ortostática também segue uma sequência de desenvolvimento. Crianças com idades entre os 4 meses e os 2 anos são dependentes do sistema visual para manter o equilíbrio. Aos 3 a 6 anos de idade, as crianças começam a utilizar a informação somatosensorial apropriadamente. Finalmente, aos 7 a 10 anos de idade, as crianças estão capazes de resolver o conflito sensorial (informações incompatíveis oriundas dos receptores visuais e somatosensoriais) e recorrem apropriadamente ao sistema vestibular como referência. De forma interessante, aos 7 a 10 anos de idade, o padrão de equilíbrio também atinge a maturidade total.^[35,36]

Seguidamente apresentam-se as principais etapas do desenvolvimento motor:^[18,26,30,32,33,34]

- Um bebê nasce com vários padrões de respostas imaturas, que ocorrem contra uma base de tônus postural normal. Essas respostas, evocadas automaticamente por um estímulo ou uma experiência específicos, são chamadas de reflexos ou reações primitivas. Algumas delas, tais como a fundamental, a de preensão e a de Moro, desaparecem completamente durante o amadurecimento; outras sofrem modificações e poucas permanecem durante toda a vida. Quando evocadas no bebê imaturo, essas reações primitivas são espontâneas e variáveis.

Nos primeiros meses, a postura é predominantemente de flexão. Nesse estágio inicial a sua cabeça raramente está na linha média, ele não tem nenhum outro

controlo activo da cabeça que não a habilidade, quando colocado em decúbito ventral, de virar a cabeça para os lados para respirar. Os seus braços são geralmente flexionados com as mãos livremente fechadas, as pernas flexionadas e afastadas. Os seus movimentos em massa são abruptos e não seguem padrão determinado. Ele reage à luz e aos sons altos piscando ou com uma reacção de Moro, nenhum estímulo tendo qualquer significado para ele.

- 1º Trimestre: Alinhamento da cabeça

O recém-nascido é chamado neonato, período que dura duas semanas. A postura do neonato é caracterizada pela flexão que, acredita-se, é derivada da postura flectida imposta dentro do útero durante o período pré-natal. A postura flectida também tem sido atribuída aos níveis de desenvolvimento do SN. Especificamente, acredita-se que as regiões do cérebro responsáveis pelas habilidades motoras envolvidas na extensão do corpo contra a força da gravidade não estão completamente desenvolvidas nesse período. Como resultado da postura flectida, quando o bebé é colocado na posição de decúbito ventral, os braços e as pernas enrolam-se sob o tronco, fazendo com que, desse modo, o peso do bebé vá em direcção à cintura escapular. Embora essa postura flexora inicial coloque a criança numa posição que dificulta os seus movimentos, o bebé pode desenvolver uma das mais importantes e básicas habilidades, a de levantar e girar a cabeça de um lado para o outro. Esse é o primeiro movimento activo da criança contra a gravidade e é realizado usando uma combinação de músculos que estendem e giram o pescoço. Esse é o principal ganho do 1º trimestre. Sentar e ficar em pé não são posturas do 1º trimestre, mas o bebé mostra sinais do que está para acontecer. O controlo/alinhamento da cabeça constitui a primeira tentativa de vencer a gravidade e, portanto, constitui o primeiro momento em que o bebé apresenta noção do seu esquema corporal e algum controlo postural.

- 2º Trimestre: Empurrar e Sentar

O 2º trimestre é marcado por grandes progressos no combate à força da gravidade. O bebé começa esse trimestre com a capacidade de manter a cabeça alinhada em relação ao corpo e avança até à habilidade de sentar sozinho por curtos períodos de tempo e de empurrar as mãos e os joelhos. Essas posturas são a base de realizações posteriores, mas, independentemente disso, permitem uma grande série

de interações com o mundo à sua volta. Sentar e levantar-se com as mãos e com os joelhos são importantes marcos no caminho da independência física. As aquisições do 2º trimestre são impressionantes: o bebê move-se na superfície de apoio pela posição de ponte ou por rastejamento, senta-se com apoio, levanta-se com as mãos e com os joelhos e fica em pé com apoio. O bebê está a ganhar o controlo do corpo em posturas fundamentais que levarão a uma maior amplitude de mobilidade. O ambiente de apoio oferece oportunidades para o bebê explorar o corpo e vencer a força de gravidade evidenciada pelo aumento de posturas elevadas e verticais.

- 3º Trimestre: movimento constante

Durante o 3º trimestre, o bebê torna-se móvel e desenvolve a habilidade de movimentar-se pelo ambiente. A exploração torna-se uma actividade dominante. O impulso para mover-se contra a força da gravidade parece fortalecer-se, de modo que, no final do 3º trimestre, os bebês são capazes de puxar-se para levantar. O mundo está à sua espera para ser descoberto.

- 4º Trimestre: finalmente a andar

- 1ª infância

A primeira infância é o período dos 2 aos 6 anos. O desenvolvimento motor durante esta fase leva ao alcance de novas habilidades, mas não necessariamente a novos padrões de movimento. Acredita-se que a criança tenha adquirido todos os padrões de movimento fundamentais e que, a partir de então, esteja a aprender a colocá-los em uso em actividades significativas: correr (2-4 anos e aperfeiçoado aos 5-6 anos); pular caixas/degraus (a partir dos 22 meses); saltar com uma perna (30 meses e aperfeiçoado aos 6 anos); andar saltitante (6 anos); agarrar (3 anos); chutar (6 anos).

Meninos e meninas demonstram desempenho melhor dentro de todas as habilidades fundamentais na primeira infância. Entretanto, os meninos demonstram velocidade e força tipicamente maiores em todas as idades quando comparados com as meninas.

- 2ª infância

A segunda infância é tipicamente o período entre 7 e 10 ou 12 anos de idade.

A segunda infância é um período de lento mas porém estável crescimento físico que permite uma maturação gradual das habilidades motoras. As habilidades são aperfeiçoadas e estabilizadas antes da adolescência. Surgem as preferências por vários desportos e actividades atléticas.

- Adolescência

A adolescência começa com mudanças físicas que marcam a puberdade e termina quando o crescimento físico cessa. A idade do começo da adolescência é aproximadamente 11 para 12 anos em meninas e 12 para 13 anos em meninos. Os períodos posteriores ao primeiro ano de vida parecem dar oportunidade para um maior refinamento e para o desenvolvimento do controlo e da coordenação, levando a um melhor desempenho das habilidades.

Durante a segunda infância, adolescência e durante o resto da vida humana, as mudanças na forma do movimento estão relacionadas com a idade. Parece que o indivíduo está constantemente procurando a forma mais eficiente de movimento dentro das habilidades que ele já alcançou, uma vez que o seu crescimento e o seu estilo de vida mudam.³⁰

1.7.2. Fases da maturação do desenvolvimento motor normal

O comportamento humano resulta da actividade integrada do cérebro, órgão que se foi desenvolvendo até ter alcançado uma estrutura complexa, uma massa cerebral constituída na sua maior parte pelo neocórtex, o “reitor do comportamento”.^[37]

Para entender a relação existente entre cérebro e controlo/comportamento postural, torna-se necessário analisar a ontogenia do SN. Para compreender as alterações no controlo/comportamento postural, torna-se necessário conhecer os diferentes mecanismos do processo de maturação cerebral.^[37]

O desenvolvimento cerebral tem início precoce no embrião e termina durante a adolescência com a mielinização axonal. Requer a consecução de vários fenómenos entre os quais se destacam: proliferação neuronal, divisão celular, neurogénese, gliogénese; migração celular; diferenciação neuronal acompanhada dos desenvolvimentos axonal, dendrítico e sináptico; formação de circuitos; mielinização; sinaptogénese; fenómenos bioquímicos, fundamentalmente os de síntese e de libertação de neurotransmissores e a morte celular (apoptose).^[18,22,25,37]

Ao finalizar a quarta semana embrionária, começa a histogénese, que se pode definir como o conjunto de processos de multiplicação e de diferenciação celular, conducentes à formação de células nervosas específicas. Durante os três primeiros meses de gestação ocorre diferenciação celular e a formação das estruturas do sistema nervoso.^[18,37]

A histogénese tem lugar através de três fenómenos fundamentais: a organogénese, a neurogénese e a diferenciação neuronal.^[18,22,25,37]

Os primeiros esboços do SN humano aparecem por volta do 17º dia, durante a fase de gastrulação, desenvolvendo-se na face dorsal, zona média. Se considerarmos as três camadas blastodérmicas, endoderme, mesoderme e ectoderme, o SN deriva da ectoderme. A ectoderme é a camada mais externa e dela derivam o epiblasto (epiderme e alguns órgãos sensoriais) e o neuroblasto (que dá origem ao SN). À 4ª semana do desenvolvimento embrionário, tem lugar a formação do tubo neuronal e das três vesículas embrionárias: prosencéfalo, mesencéfalo e rombencéfalo.^[22,25,37]

Da placa neural, aparece o tubo neural, após o engrossamento e diferenciação celular, pelo 17º dia embrionário. Quando os bordos deste canal se unem, pela invaginação da placa neural, forma-se o tubo neural. Perto do 21º dia começa a fechar-se a placa neural, pela parte média, progredindo para cima e para baixo, ficando na fase final dois orifícios nos extremos, os neuroporos superior e inferior ou anterior e posterior. Esta estrutura tubular primitiva, aberta nos seus dois extremos, deve fechar-se, para num futuro próximo albergar o líquido cefalorraquidiano e dar forma às cavidades ventriculares. O neuroporo superior fecha-se ao 26º dia de desenvolvimento embrionário e o inferior pelo 28º dia que já existem as três vesículas primitivas: prosencéfalo, mesencéfalo e rombencéfalo. Pelo 36º dia, do prosencéfalo começam a emergir, lateralmente, duas vesículas que dão lugar aos telencéfalos. A massa de células mais medianas, do prosencéfalo primitivo, dará lugar ao diencéfalo. A segunda vesícula mesencefálica, ao longo do desenvolvimento embrionário, permanece bastante estável, mantendo o nome desde as primeiras fases desse desenvolvimento até às estruturas cerebrais no adulto. O rombencéfalo, pelo contrário, evolui de forma significativa. Deve o nome à sua forma de rombo (ou losango), deixando no interior um lume que, mesmo no adulto, faz lembrar a origem rombóide. Divide-se em duas vesículas, uma superior, o metencéfalo, sendo o mielencéfalo a mais caudal. Pelo 45º dia do desenvolvimento embrionário as vesículas telencefálicas deram lugar aos hemisférios cerebrais. Pela 7ª semana, os hemisférios cerebrais crescem e dá-se o início da formação dos sulcos e das circunvoluções. Aos 3 meses, os

hemisférios cerebrais estão claramente diferenciados, já se aprecia o rego de Sylvius e do telencéfalo surgem o rinencéfalo, os gânglios basais e o córtex cerebral.^[25,37]

As células epiteliais do tubo neural formam a camada germinativa que vai dar origem aos neurónios e às células da glia. A diferenciação e crescimento dos neurónios ocorre, embriologicamente, antes da produção de células gliais e parece desempenhar um papel importante na estimulação do crescimento e proliferação da glia. Ao contrário dos neurónios, as células gliais continuam a sua proliferação após o nascimento. Quanto aos neurónios do neocórtex, é de salientar que se formam entre a 10^a e a 20^a semanas de gestação.^[25,37]

A diferenciação neuronal leva-se a cabo ao pôr-se em marcha vários fenómenos celulares que acompanham o crescimento celular e o aumento do volume do núcleo, o aparecimento dos corpos de Nills, a formação de arborização dendrítica activa e axonal. Posteriormente, surgem a sinaptogénese e a mielinização. A diferenciação neuronal prossegue até fases pós-natais avançadas, incluindo a idade adulta. Existem períodos de grande interesse no desenvolvimento neuronal, por exemplo, entre a 17^a e a 19^a semanas, diminui a formação de neurónios, a proliferação neuronal no telencéfalo terminando poucas semanas antes do nascimento. O córtex tem aproximadamente 14 milhões de neurónios. Depois do nascimento, o número de neurónios não só não aumenta, como até cerca dos cinco anos diminui quase até metade do valor inicial. Esse valor estabiliza por alguns anos, mas o processo continua lentamente até à morte do indivíduo.^[25,37]

O processo de mielinização inicia-se uns três meses depois da fecundação. No entanto, no momento do nascimento só poucas zonas do cérebro (os centros do tronco cerebral que controlam os reflexos) estão completamente mielinizadas. A mielinização é um processo paralelo ao desenvolvimento das funções dos neurónios e aparece quando a proliferação e migração cerebral terminaram. É um processo progressivo no tempo e no espaço, que se inicia na espinhal medula e termina no córtex. Começa no segundo trimestre da gestação e realiza-se na sua maior parte depois do nascimento. É importante considerar que cada sistema se mieliniza em momentos diferentes do desenvolvimento. Costuma progredir de baixo para cima, do centro para a periferia e da parte posterior para a anterior. Os sistemas mais primitivos, filogeneticamente, terminam primeiro a maturação. Durante a segunda metade da gestação e os dois primeiros anos de vida, o desenvolvimento do cérebro humano é uma sequência ordenada de sistemas em mielinização, que começaram cedo ou tarde na gestação e que acabarão o grau de maturação máxima (maturidade) rápida ou lentamente. Na espinhal medula tem início em níveis cervicais durante a vida fetal. Completa-se entre o primeiro e o segundo

ano após o nascimento. No encéfalo, a mielinização começa por volta do 6º mês de vida intra-uterina, completando-se na adolescência. As fibras do corpo estriado e dos feixes ascendentes dos níveis inferiores estão mielinizadas ao nascer. As fibras comissurais são as últimas a mielinizar-se. As regiões do córtex cerebral mielinizam-se em fases diferentes. As zonas primárias sensoriais e motoras completam o seu processo de mielinização, aproximadamente, aos 15 anos. Como se deduz do que foi exposto, é importante realçar que o processo de mielinização é paralelo ao desenvolvimento cognitivo; assim, após a mielinização dos neurónios, estes podem começar a funcionar. Os axónios dos neurónios dos hemisférios cerebrais apresentam uma mielinização particularmente tardia, apesar de este processo de mielinização ter início numa fase imediata ao período pós-natal. Pelo seu lado, as fibras comissurais, de projecção e de associação, alcançam a mielinização completa numa fase mais tardia.^[22,25,37]

O desenvolvimento do SN é, geralmente, determinado por factores programados (genéticos) e por factores externos não programados (epigenéticos: nutrição, cultura...)^[37]

Seguidamente apresenta-se a descrição das fases maturativas pós-natais:^[37]

- Primeira fase maturativa pós-natal: período neonatal

Desde o nascimento até ao final do primeiro mês de vida, no recém-nascido de termo, podemos falar da primeira fase maturativa pós-natal, o período neonatal. Funcionalmente o cérebro do recém-nascido (desde o 8º mês de gestação até ao 2º-3º mês de idade) caracteriza-se pela continuidade da actividade bioeléctrica cerebral, sinergia inter-hemisférica, diferenciação vigília-sono e reactividade aos estímulos externos nos sonhos.

- Aspectos morfológicos: O cérebro do recém-nascido pesa, aproximadamente, 350g. 355g a 400g (um oitavo do peso total do recém-nascido). Ao primeiro ano, o peso cerebral superou o dobro do peso que se observa no momento do nascimento e aos dois anos triplicou. O peso médio do cérebro de um adulto varia entre 1300g e 1500g e correlaciona-se com a estatura de um indivíduo. O aspecto externo é similar ao do adulto. As circunvoluções cerebrais alcançaram a sua forma definitiva. As regiões posteriores apresentam um desenvolvimento maior que as frontais e encontrar-nos-íamos no estágio 2 de formação das circunvoluções. Martín e colaboradores, em 1988, realizaram um estudo de grande repercussão e interesse para o tema que nos ocupa. Descreveram quatro estádios evolutivos da superfície cerebral: 1) córtex

quase liso, padrão lisencefálico; 2) circunvoluções primárias bem identificadas e separadas por sulcos superficiais cheios de LCR; 3) maior profundidade dos sulcos; 4) padrão adulto com circunvoluções terciárias bem desenvolvidas separadas por sulcos profundos repletos de LCR.

- Aspectos histológicos: Nesta fase, as células nervosas possuem grandes núcleos celulares, com poucos corpúsculos de Nills no citoplasma. A migração celular já está em marcha, a estratificação cortical ainda não está diferenciada em todas as regiões e o córtex é muito denso em elementos celulares. Apresenta melhor organização celular vertical que horizontal e a estratificação encontra-se mais avançada nas estruturas do sistema límbico. São numerosas as conexões entre estruturas diencefálicas e tronco cerebral. O arquicórtex e o paliocórtex estão maduros. O neocórtex finalizará o seu processo maturativo nos primeiros meses após o nascimento. Entre os aspectos mais funcionais ressaltamos como as sinapses inibitórias são predominantes e as sinapses excitatórias têm um desenvolvimento mais tardio. As vias olivocerebelosas e hemisféricas não estão ainda mielinizadas. O desenvolvimento das espinhas dendríticas inicia-se pelas 30 semanas de gestação, sendo um processo escasso no recém-nascido. As sinapses estabelecem-se entre células muito próximas. Entretanto, no cerebelo, destaca-se a presença de uma ampla camada granulosa externa no seu córtex.
- Mielinização: No recém-nascido a mielinização está avançada em zonas como os campos primários de Flesching e prosseguira pelos campos secundários e terciários. Menos mielinizadas estão as zonas relacionadas com as funções associativas superiores e com as que intervêm na discriminação sensorial. O sistema nervoso central apresenta nesta fase uma maturação avançada do tronco cerebral. Os sistemas de fibras da medula e do tronco cerebral encontram-se totalmente mielinizados, à exceção dos sistemas córtico-espinhais, bulbo-espinhais, feixe olivo-espinal e das fibras transversais de protuberância. No entanto, a conexão entre a formação reticular e o córtex está incompleta. As comissuras telencefálicas estão muito imaturas, acompanhando a imaturidade córtico-subcortical. Quanto ao sistema nervoso periférico, ressalte-se que o VIII par está totalmente maduro, mas os restantes

pares cranianos não. Os nervos ópticos estão, por seu turno, em processo de mielinização. Na terceira semana de vida a mielinização avançara muito.

- Aspectos bioquímicos: De destacar, de entre os aspectos bioquímicos, o alto teor hídrico que o cérebro possui nesta fase. Existem variações quanto ao consumo de glicose nas diferentes zonas e estruturas cerebrais; o cérebro do recém-nascido consome glicose, preferencialmente, no vérmix cerebeloso, tronco cerebral, tálamo e córtex sensorimotor. Aumentam os lipídios cerebrais e esfingomielina-, necessários para a formação de mielina e, quanto às proteínas, é de destacar que a síntese proteica tem lugar durante o período fetal paralelamente á divisão das células nervosas. Detectam-se concentrações baixas dos neurotransmissores fundamentais: ácido glutâmico, ácido gamaaminobutírico (GABA), monoaminas cerebrais.

- Segunda fase maturativa pós-natal: Lactância e primeira infância

Esta fase vai do 1^o-3^o mês de vida até ao 3^o-4^o ano. A actividade fundamental nesta fase localiza-se nas regiões posteriores, onde se detecta reactividade a estímulos sensoriais. No final desta fase, os diversos estádios do sono já estão bem estabelecidos.

- Aspectos morfológicos: De um ponto de vista estrutural, o cérebro adquire as características e proporções definitivas a partir do primeiro ano de idade. Cresce a expensas de lóbulos frontais e temporais. Aumentam os sulcos e as circunvoluções terciárias.
- Aspectos histológicos: O cérebro apresenta já uma estratificação cortical satisfatória, mostrando as diferenças citoarquitectónicas regionais específicas e com um importante aumento do desenvolvimento dendrítico. Proliferam e desenvolvem-se as sinapses excitatórias, com um desenvolvimento lento das sinapses inibitórias. As vias de associação mielinizam-se, permitindo as conexões, fundamentais para o início da organização córtico-subcortical. Os oligodendrócitos proliferam maciçamente (mielinização). A maturação celular progride, alcançando um grau óptimo no fim do primeiro ano. Cessa a migração dos neuroblastos e perfilam-se as zonas corticais que ficarão definidas a partir do terceiro ano (desenvolvimento cerebral praticamente terminado).

- Aspectos bioquímicos: Persistem as características globais da fase anterior. A dotação bioquímica é perfeita a partir do segundo ano, excepto nas concentrações de catecolaminas, que ainda são baixas. O consumo de glicose no fim do primeiro ano apresenta valores qualitativos parecidos com os de um adulto normal, aumenta o consumo nos lóbulos temporais e parietais, regiões visuais, gânglios basais, hemisférios cerebelosos e regiões frontais laterais e, posteriormente, na região pré-frontal. Aos 2-3 anos, o consumo de glicose aumenta rapidamente e excede o do adulto.

- Terceira fase maturativa pós-natal: Segunda infância, idade escolar

Esta fase estende-se do 3^o-4^o ano até á puberdade. Funcionalmente destaca-se a presença do ritmo alfa. As características electroencefalográficas do sono são muito semelhantes ás do adulto.

- Aspectos morfológicos: O cérebro adquiriu o seu aspecto definitivo e triplicou o peso que tinha ao nascer. A partir desta idade o crescimento cerebral é muito reduzido.
- Aspectos histológicos: Os processos fundamentais de organização e diferenciação celular ficam concluídos e, pelos 8 anos, já não existem diferenças em relação ao adulto. Organização córtico-subcortical satisfatória. Contudo, temos de considerar que nalgumas zonas os processos de diferenciação são mais lentos e só terminam na idade adulta. Predominam os mecanismos de inibição.
- Aspectos bioquímicos: Os dados mais relevantes nesta fase referem-se ao metabolismo da glicose que permanece elevado até aos 8-10 anos, começando a declinar, até alcançar os valores que tem no adulto pelos 16-18 anos. Pela sua parte, o sistema de catecolaminas termina a maturação pelos 15 anos, podendo, no entanto, considerar que existe uma maturação geral da neurotransmissão.

- Quarta fase maturativa pós-natal: adolescência-adultícia

Consideramos esta fase a partir da puberdade. Do ponto de vista funcional estabiliza-se, cada vez mais, o ritmo alfa-parietoccipital. As frequências lentas, preferentemente os ritmos teta, vão diminuindo progressivamente, até ao seu

desaparecimento, entre os 20 e os 25 anos. Morfológica, histológica e bioquimicamente o cérebro já está maduro.

A adequada e eficiente interacção do indivíduo com o meio ambiente e com os semelhantes depende do funcionamento correcto do cérebro. No recém-nascido, a interacção com o meio depende, quase em exclusivo, de comportamentos gerados por programas genéticos. No adulto, mais de 50% desta interacção depende da capacidade plástica do cérebro e dos processos de aprendizagem.

2. Referências bibliográficas do Apêndice I:

1. Mateus C. Aprendizagem Motora do Controlo Postural – Importância para o Fisioterapeuta. Monografia Apresentada à Escola Superior de Tecnologias da Saúde de Lisboa, Lisboa; 2004.
2. Monteiro M D A F. Comportamento postural dinâmico. Tese de Doutoramento. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro: Vila Real; 2004.
3. Madeira F. Análise do comportamento postural – Estudo posturográfico ortoestático da influência de diferentes tipos de indução sensorial em indivíduos com experiência motora diferenciada. ISEF: Tese de Doutoramento; 1986.
4. Sérgio J A S. Meniscopatia e postura – Análise longitudinal pré e pós-operatória nas vertentes clínica, antropométricas, bioquímicas e posturais, em indivíduos do sexo masculino em vários momentos. Dissertação de Doutoramento apresentada à Universidade Técnica de Lisboa; 1995.
5. Paillard J. Tonus, postures et mouvements. In Kaiser C. Physiologie. Paris : Flammarion - Médecine-Sciences, vol. II, 3ª Ed. ; 1976.
6. Thomas A. Équilibre e Équilibration. Paris: Mason; 1940.

7. Guiner A. Attitude, Education Physique et Gymnastique Volontaire. *Gymnastique Volontaire*,5 :39-41; 1978.
8. Cardoso M. Alterações da Postura e Equilíbrio em indivíduos com amputação unilateral abaixo do Joelho – Avaliação por posturografia Dinâmica Computorizada. Monografia apresentada à Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa; 2006.
9. Moro A E. Conceptos actuales sobre as alterações de la postura. *Stadium*, 27: 38-45; 1971.
10. Dubois M. L'ajustement postural. *Rev. Education Physique*, 19 (2): 125-142 ; 1979.
11. Kisner C, Colby L A. Exercícios Terapêuticos: Fundamentos e Técnicas (3ªed). São Paulo: Editora Manole Ltda; 1998.
12. Lapiere A, Camblong P, Aucouturier B. Aspects de la relaxation. Paris: Publication du Institut National des Sports; 1968.
13. Venda C. A Lateralidade na Transferência de peso. Monografia apresentada à Escola Superior de Tecnologias da Saúde de Lisboa, Lisboa; 2006.
14. Edwards S. (Ed.). *Fisioterapia Neurológica* (2ªed). Loures: Lusociência – Edições Técnicas e Científicas, Lda; 2004.
15. Madeira F. Comportamento postural e prestação desportiva de alto rendimento. Lisboa: UTL – FMH; 1990.
16. Monteiro M V. Comportamento postural e prestação desportiva. Tese de doutoramento. UTAD: Vila Real; 1993.
17. Falise J. L'équilibration; son evaluation continue de 3 à 15 ans. *Révue de l'éducation physique*,20: 45-51; 1980.
18. Shumway-Cook A, Woollacott M H *Motor Control – Theory and Practical Applications* (2ªed). USA: Lippincott Williams & Wilkins; 2001.
19. Oliveira S C B. Influência da Técnica de Reabilitação Motora nas Alterações Posturais e Funcionais Motivadas por Acidente Vascular Cerebral. Tese de Mestrado. Faculdade de Desporto da Universidade do Porto: Porto; 2009.

20. Hobeika C P. Equilibrium and balance in the elderly. *Ear, Nose & Throat Journal*, 78 (8): 558-566; 1999.
21. Carvalho R G T. Os ajustes posturais antecipatórios nos idosos – Estudo comparativo entre praticantes veteranos, praticantes recentes e não praticantes de exercício físico. Tese de Mestrado. Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade de Porto: Porto; 2005.
22. Cohen H. Neurociência para Fisioterapeutas – incluindo correlações clínicas (2ªed). São Paulo: Editora Manole; 2001.
23. Correia P P. Anatomofisiologia. Tomo II. Função Neuromuscular. Cruz Quebrada: FMH edições; 2003.
24. Widmaier E P, Raff H, Strang K T. Vander, Sherman & Luciano, Fisiologia Humana: os mecanismos das funções corporais (9ªed). Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S A; 2006.
25. Habib M. Bases neurológicas dos comportamentos. Lisboa: Climepsi Editores; 2003.
26. Merlo L M, Mata J F. Fisioterapia en Pediatría. Madrid: McGraw-Hill Interamericana de España, S. A. U.; 2002.
27. Montgomery P C, Effgen S K. Developing Postural Control (cap.8). In Connolly B H, Montgomery P C (Eds.). *Exercise in Developmental Disabilities* (3ªed). USA: Slack Incorporated; 2005.
28. Perrin D H, Schultz S J. Models for Clinical Research Involving Proprioception and Neuromuscular Control (Cap 31). In Lephart S M, Fu F H (Eds.). *Proprioception and Neuromuscular Control in Joint Stability*. USA: Human Kinetics; 2000.
29. Latash M L et al. Movement Sway: changes in postural sway during voluntary shifts of the center of pressure. *Experimental Brain Research*, 150: 314-324 ; 2003.
30. Tecklin J S. Fisioterapia Pediátrica (3ªed). Porto Alegre: Artmed; 2002.
31. Pountney T (Ed.). Fisioterapia Pediátrica. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda; 2008.

32. Shepherd R B. Fisioterapia em Pediatria (3ªed). São Paulo: Livraria Santos Editora Com. Imp. Ltda; 1996.
33. Alexander R, Boehme R, Cupps B. Normal Development of Functional Motor Skills – The First Year of Life. Arizona : Therapy Skill Builders; 1993.
34. Shafter D R. Psicologia do Desenvolvimento – Infância e Adolescência. São Paulo: Pioneira Thomson Learning; 2005.
35. Westcott S L, Lowes L P, Richardson P K. Evaluation of Postural Stability in Children: Current Theories and Assessment Tools. In Physical Therapy. (Junho 1997) (Volume 77, n.º 6). (pp. 629-645).
36. Sundermier L, Woollacott M H. The influence of vision on the automatic postural muscle responses of newly standing and newly walking infants. In Exp Brain Res (1998) (120) (pp. 537-540).
37. Bartolomé M V P. Desenvolvimento cerebral pré-natal. Fases maturativas pós-natais” In Santos P S (Org) (2007). Temas Candescentes em Psicologia do Desenvolvimento. Manuais Universitários 49. Climepsi Editores: Lisboa. (pp. 209-217).

APÊNDICE II

Apêndice II – Rastreo

1. Identificação do aluno

Nome: _____
Data de nascimento: ____/____/____
Idade: _____ Sexo: _____
Escola: _____ Turma: _____
Peso: _____ Altura: _____

2. Procedimento para o Rastreo de Escoliose

2.1. Observação Postural				
	<i>Normal</i>		<i>Suspeita de Escoliose</i>	
<i>Posterior</i>	Cabeça centralizada		Cabeça inclinada para DIREITA/ESQUERDA	
	Ombros alinhados		Ombro DIREITO/ESQUERDO mais elevado/com proeminência	
	Omopectas simétricas/igual proeminência		Omopecta DIREITA/ESQUERDA mais elevada/com proeminência	
	Ancas niveladas e simétricas		Anca DIREITA/ESQUERDA mais elevada	
	Igual distância entre tronco e braços		Assimetria na distância entre braços e tronco	

	Simetria dos hemicorpos ao longo da coluna		Assimetria dos hemicorpos/proeminência	
<i>Teste de Adams</i> <i>(Observação Posterior)</i>	Ancas niveladas e simétricas		Curvatura no alinhamento da coluna	
<i>Teste de Adams</i> <i>(Observação Anterior)</i>	Simetria dos hemicorpos		Assimetria/proeminência	
2.2. Observações:				

3. Procedimento para o Rastreo das Alterações Posturais

3.1. Alterações Posturais observadas: (por exemplo: hipercifose, hiperlordose, *genu varos*, *genu valgo*, pé plano, pé cavo, pé transversal, etc.):

3.2. Está em processo de tratamento:

Sim Não

4. Referências bibliográficas do Apêndice II:

Karachalios T, Sofianos J, Roidis N, Sapkas G, Korres D, Ikolopoulos K. Tenyear follow-up evaluation of a school screening program for scoliosis. *Spine* 1999; 24: 2318-24.

Lonstein JE, Winter, RB, Moe JH, Bianco AJ, Campbell RG, Normal MA. School screening for the early detection of spine deformities. *Minnesota Medicine* 1976 (January); 51-7.

SED/USNY e YORK T. S. E. D. T. U. o. t. S. o. N. Student Support Services Team. *School Scoliosis (Spinal) Screening Guidelines*. New York; 2005.

APÊNDICE III

Apêndice III – Consentimento Informado

DOCUMENTO EXPLICATIVO DO ESTUDO EXPERIMENTAL

(baseado na Declaração de Helsínquia)

Tema de investigação:

“Alterações da curvatura da coluna vertebral: Influência da Fisioterapia, a nível neuromuscular”

Fisioterapeuta responsável:

Sílvia Correia Monteiro

Eu, Sílvia Correia Monteiro, sou Fisioterapeuta, e com o propósito de contribuir para a prática da Fisioterapia baseada na evidência, nas alterações da curvatura da coluna vertebral, solicito a participação do seu filho e a sua colaboração neste estudo.

A presente investigação visa estudar, objectivamente, a influência de um programa de exercícios de Fisioterapia, a nível neuromuscular em crianças com alterações da curvatura da coluna vertebral.

O programa de exercícios apresentará os seguintes objectivos: melhorar as amplitudes articulares e a flexibilidade; reduzir o grau de curvatura da coluna vertebral; melhorar a força muscular, sobretudo dos músculos do *core*; melhorar o equilíbrio, a coordenação e o controlo postural; melhorar a consciência/esquema corporal; melhorar a funcionalidade (crescimento).

Desta forma, o estudo apresentará a seguinte estruturação:

- Rastreio de todos os alunos para detectar a presença de alterações da coluna vertebral.

- Dois momentos de avaliação, um inicial e um final, dos alunos com alterações da curvatura da coluna vertebral. As avaliações irão consistir na análise da postura e na aplicação de testes físicos.
- Implementação do programa de exercícios (3 sessões), uma vez por semana e uma duração aproximada de 1 hora por sessão – nas aulas de educação física.

Pretende-se, portanto, a comparência nas avaliações e a presença regular às sessões de exercícios.

O estudo não apresenta desvantagens e poderá trazer potenciais benefícios do ponto de vista funcional. Também, não implica deslocações, nem custos financeiros e será realizado de forma a não prejudicar o percurso escolar dos estudantes.

A escolha de participar ou não, é voluntária e se decidir participar no estudo poderá desistir a qualquer momento.

Todos os dados recolhidos durante o estudo poderão ser partilhados individualmente aos respectivos encarregados de educação. Contudo, os resultados do estudo serão apresentados e divulgados, nunca identificando os indivíduos participantes.

Solicito, por favor, a Vossa Colaboração para a realização do estudo e para o efeito poderá assinar a declaração de consentimento informado.

Para qualquer esclarecimento contactar: silviamrcorreia@hotmail.com

DECLARAÇÃO DE CONSENTIMENTO PARA A PARTICIPAÇÃO NO ESTUDO

(baseado na Declaração de Helsínquia)

Tema de investigação:

“Alterações da curvatura da coluna vertebral: Influência da Fisioterapia, a nível neuromuscular”

Fisioterapeuta responsável:

Sílvia Correia Monteiro

Pelo presente documento eu (apenas nome e apelido), _____, encarregado de educação de (apenas nome e apelido) _____, consinto plenamente a participação e colaboração do meu filho neste estudo. Reconheço que os procedimentos desta investigação me foram explicados e que todas as questões foram esclarecidas de forma clara e inequívoca.

Reconheço também que este estudo não apresenta possibilidades de risco e traz potenciais benefícios.

Compreendo que tenho o direito de colocar, agora ou durante o desenvolvimento do estudo, qualquer questão relacionada com o mesmo, a investigação e/ou os métodos utilizados. Sou livre de não participar ou de desistir do estudo, em qualquer momento.

Foi-me garantido que toda a informação recolhida a meu respeito será guardada de forma confidencial e que nenhuma informação pessoal será publicada ou comunicada, sem a minha permissão.

Lisboa, ___ de _____ de _____

Ass. _____

Declaração de Helsínquia da Associação Médica Mundial

Princípios Éticos para a Investigação Médica em Seres Humanos

Adotada pela 18.ª Assembleia Geral da AMM, Helsínquia, Finlândia, Junho 1964, e corrigida pela 29.ª AG da AMM, Tóquio, Japão, outubro 1975, pela 35.ª AG da AMM, Veneza, Itália, outubro 1983, pela 41.ª AG da AMM, Hong Kong, setembro 1989, pela 48.ª AG da AMM, Somerset West, República da África do Sul, outubro 1996, pela 52.ª AG da AMM, Edimburgo, Escócia, outubro 2000, pela 53.ª AG da AMM, Washington 2002 (acrescentado esclarecimento ao parágrafo 29), pela 55.ª AG da AMM, Tóquio 2004 (acrescentado esclarecimento ao parágrafo 30) e pela 59.ª AG da AMM, Seul, outubro 2008.

A. INTRODUÇÃO

1. A Associação Médica Mundial (AMM) elaborou a Declaração de Helsínquia como um enunciado de princípios éticos para a investigação clínica envolvendo seres humanos, incluindo investigação sobre dados e material humano identificáveis.

A Declaração deve ser lida como um todo e cada um dos seus parágrafos constituintes não deverá ser aplicado sem levar em conta todos os outros parágrafos relacionados.

2. Embora a Declaração seja dirigida em primeira linha aos médicos, a AMM incentiva outros participantes da investigação médica em seres humanos a adotar estes princípios.

3. É dever do médico promover e proteger a saúde dos doentes, incluindo dos que são alvo de investigação médica. O saber e a consciência do médico são consagrados ao cumprimento deste dever.

4. A Declaração de Genebra da AMM compromete o médico com as seguintes palavras: "A saúde do meu doente será a minha primeira preocupação" e o Código Internacional da Ética Médica declara que "Um médico deve agir no melhor interesse do doente quando presta cuidados de saúde".

5. O progresso médico baseia-se em investigações que, conseqüentemente, incluem estudos em seres humanos. Às populações insuficientemente representadas na investigação médica deverá ser proporcionado acesso apropriado a essa participação.

6. Na investigação médica em seres humanos, o bem-estar individual dos sujeitos sob investigação tem de ter precedência sobre quaisquer outros interesses.

7. O objetivo primário da investigação médica em seres humanos é compreender as causas, a evolução e os efeitos das doenças e melhorar as intervenções preventivas, diagnósticas e terapêuticas (métodos, procedimentos e tratamento). Mesmo as melhores intervenções atuais têm de ser continuamente avaliadas através de investigação no que respeita à sua segurança, eficácia, eficiência, acessibilidade e qualidade.

8. Tanto no exercício profissional como na investigação médica muitas intervenções implicam riscos e incómodos.

9. A investigação médica está sujeita a padrões éticos que garantem o respeito por todos seres humanos e protegem a sua saúde e direitos. Alguns grupos populacionais sob investigação são particularmente vulneráveis e necessitam de proteção especial. Entre estes estão os que não podem dar ou recusar consentimento por si próprios e aqueles que podem ser suscetíveis de coerção ou de influências indevidas.

10. Os médicos devem ter em consideração as normas éticas, legais e regulamentares e os padrões de investigação em seres humanos em vigor nos seus países, assim como as normas e padrões internacionais aplicáveis. Nenhum requisito ético, legal ou regulamentar, nacional ou internacional deve reduzir ou eliminar qualquer das proteções relativas a sujeitos de investigação expostas nesta Declaração.

B. PRINCÍPIOS BÁSICOS PARA TODA A INVESTIGAÇÃO MÉDICA

11. É dever dos médicos que participam em investigação médica proteger a vida, a saúde, a dignidade, a integridade, o direito à autodeterminação, a privacidade e a confidencialidade da informação pessoal dos sujeitos de investigação.

12. A investigação médica em seres humanos tem de se conformar aos princípios científicos genericamente aceites, fundamentar-se nos conhecimentos da literatura científica e de outras fontes relevantes de informação, na experimentação laboratorial e, se apropriado, animal. O bem-estar dos animais usados para investigação deve ser respeitado.

13. Têm de haver precauções adequadas na realização de investigações médicas que afetem o ambiente.

14. O desenho e o desempenho da cada estudo envolvendo seres humanos têm de ser claramente descritos num protocolo. O protocolo deve conter um enunciado das questões éticas presentes e deve indicar como foram respeitados os princípios desta Declaração. O protocolo deve incluir informação sobre financiamento, patrocinadores, ligações institucionais, outros potenciais conflitos de interesse, incentivos para o sujeitos de investigação e ajudas de custo e/ou compensações para quem seja prejudicado em consequência da participação no estudo. O protocolo deve descrever as disposições relativas ao acesso pós-estudo dos sujeitos de investigação a intervenções identificadas como benéficas no estudo ou ao acesso a outros vantagens e cuidados apropriados.

15. O protocolo de investigação deve ser submetido, para apreciação, comentários, orientação e aprovação, a uma comissão de ética para a investigação antes de o estudo começar. Esta comissão tem de ser independente do investigador, do patrocinador e de qualquer outra influência. Deve ter em consideração as lei e regulamentos do país ou países onde a investigação decorra, assim como as normas e padrões internacionais aplicáveis mas sem que isso conduza a uma redução ou eliminação de qualquer das proteções previstas nesta Declaração. A comissão deve ter o direito de monitorizar os estudos em curso. O investigador deve proporcionar à comissão as informações necessárias à monitorização, especialmente as informações referentes a quaisquer acontecimentos adversos graves. Não poderá ser feita qualquer alteração ao protocolo sem apreciação e aprovação pela comissão.

16. A investigação médica em seres humanos só deve ser realizada sob a direção de pessoa com treino e qualificações científicos apropriados. Investigar em doentes ou em voluntários saudáveis exige a supervisão de médico ou outro profissional de saúde competente e adequadamente qualificado. A responsabilidade pela proteção dos sujeitos de investigação cabe sempre ao médico ou outro profissional de saúde e nunca deve ser transferida para o sujeito de investigação, mesmo que este tenha dado consentimento.

17. A investigação médica que envolva populações ou comunidades desfavorecidas ou vulneráveis apenas é justificada se der resposta a prioridades e necessidades de saúde dessa população ou comunidade e se há uma probabilidade razoável de que essa população ou comunidade venha a beneficiar dos resultados da investigação.

18. Todo o projeto de investigação médica em seres humanos deve ser precedido de uma cuidadosa avaliação dos riscos e incómodos previsíveis, para os indivíduos e comunidades envolvidos, comparando-os com os benefícios expectáveis, para eles e para outros indivíduos ou comunidades afetados pela situação sob investigação.

19. Todo o ensaio clínico deve ser registado numa base de dados com acesso público antes de se iniciar o recrutamento do primeiro sujeito.

20. Os médicos não devem participar num projeto de investigação em seres humanos a menos que se assegurem de que os riscos em presença tenham sido adequadamente avaliados e possam ser satisfatoriamente controlados. Os médicos devem interromper imediatamente um estudo quando os

riscos pareçam ultrapassar os potenciais benefícios ou logo que haja provas conclusivas de resultados positivos e benéficos.

21. A investigação médica em seres humanos só deve ser realizada se a importância do objetivo ultrapassar os inerentes riscos e incómodos para os sujeitos de investigação.

22. A participação de pessoas capazes de decidir como sujeitos de investigação médica tem de ser voluntária. Embora possa ser apropriado consultar membros da família ou líderes comunitários, nenhuma pessoa capaz deve ser selecionada para um projeto de investigação sem que livremente o aceite.

23. Devem ser tomadas todas as precauções para proteger a privacidade de cada sujeito de investigação e a confidencialidade dos seus dados pessoais, assim como para minimizar o impacto do estudo na sua integridade física, mental e social.

24. Na investigação médica em seres humanos capazes de decidir, cada potencial sujeito tem de ser informado adequadamente das finalidades, métodos, fontes de financiamento e possíveis conflitos de interesse, ligações institucionais do investigador, benefícios expectáveis, potenciais riscos do estudo e incómodos que lhe possam estar associados, bem como outros aspetos relevantes do estudo. O potencial sujeito tem de ser informado do direito de recusar-se a participar no estudo ou de, em qualquer altura, revogar o consentimento de participar sem represálias. Deve ser dada atenção especial às exigências específicas de informação de certos potenciais sujeitos assim como aos métodos usados para prestar a informação. Após assegurar-se de que o potencial sujeito compreendeu a informação, o médico ou outro profissional qualificado deve então obter o consentimento livre e informado do potencial sujeito, preferentemente por escrito. Se o consentimento não pode ser feito por escrito, o consentimento verbal tem de ser formalmente documentado e testemunhado.

25. Para a investigação médica de dados e material humano identificáveis, os médicos devem normalmente procurar obter o consentimento para a sua recolha, análise, guarda e/ou reutilização. Pode haver situações em que o consentimento seja impossível de obter ou inexecutável para a investigação em apreço ou ponha em causa a validade da mesma. Em tais situações a investigação apenas pode ser feita após apreciação e aprovação por uma comissão de ética para a investigação.

26. Quando pede o consentimento informado para a participação num projeto de investigação, o médico deve ser particularmente cauteloso se o potencial sujeito tem uma relação de dependência consigo ou possa consentir sob coação. Em tais situações o consentimento informado deve ser pedido por pessoa adequadamente qualificada que seja completamente independente dessa relação.

27. Para o caso de um potencial sujeito de investigação incapaz de decidir, o médico tem de pedir o consentimento informado ao seu representante legal. Estas pessoas não devem ser incluídas num projeto de investigação que não ofereça a probabilidade de os beneficiar, salvo se houver a intenção de promover a saúde da população representada pelo potencial sujeito, a investigação não possa em alternativa ser feita com sujeitos capazes de decidir e a investigação implique apenas risco mínimo e incómodo mínimo.

28. Quando se trate de um potencial sujeito de investigação considerado incapaz para decidir mas que pode dar assentimento a decisões acerca da sua participação na investigação, o médico deve procurar esse assentimento em acréscimo ao consentimento do representante legal. O dissentimento do potencial sujeito deve ser respeitado.

29. A investigação envolvendo sujeitos que são incapazes física ou mentalmente de dar consentimento, por exemplo, doentes inconscientes, apenas pode ser feita se a condição física ou mental que os impede de dar o consentimento informado é uma característica necessária da população investigada. Em tais circunstâncias o médico deve procurar o consentimento informado do representante legal. Se tal representante não está disponível e se a investigação não pode ser adiada, o estudo pode prosseguir sem consentimento informado desde que as razões específicas para incluir sujeitos com uma condição que os impede de dar consentimento estejam expressas no protocolo de investigação e o estudo tenha sido aprovado por uma comissão de ética para a investigação. O consen-

mento para permanecer na investigação deve ser obtido logo que possível do sujeito ou do representante legal.

30. Os autores, revisores e editores têm, todos, obrigações éticas quanto à publicação dos resultados da investigação. Os autores têm o dever de colocar os resultados das suas investigações em seres humanos publicamente acessíveis e são responsáveis pela exatidão e pela completude dos seus relatórios. Devem acatar normas de orientação em vigor sobre relatórios éticos. Devem ser publicados, ou pelo menos tornados publicamente disponíveis, não só os resultados positivos mas também os negativos ou inconclusivos. As fontes de financiamento, as ligações institucionais e os conflitos de interesse devem ser declarados na publicação. Os relatórios da investigação que não estejam conformes com os princípios desta Declaração não devem ser aceites para publicação.

C. PRINCÍPIOS ADICIONAIS PARA A INVESTIGAÇÃO MÉDICA ASSOCIADA A CUIDADOS MÉDICOS

31. O médico apenas pode associar investigação médica com cuidados médicos na medida em que a investigação seja justificada pelo seu potencial valor preventivo, diagnóstico ou terapêutico e se o médico tiver boas razões para acreditar que a participação no projeto de investigação não afeta desfavoravelmente a saúde dos doentes que sejam sujeitos de investigação.

32. Os benefícios, riscos, incómodos e a eficiência de uma nova intervenção têm de ser avaliados face aos de intervenções atuais comprovadamente melhores, exceto nas seguintes circunstâncias:

- O uso de placebo, ou o não tratamento, é aceitável em estudos onde não exista intervenção atual comprovada; ou
- Quando, por razões metodológicas convincentes e cientificamente robustas, o uso de placebo é necessário para determinar a eficácia ou segurança de uma intervenção e os doentes que recebam placebo ou fiquem sem tratamento não fiquem submetidos a qualquer risco de lesão grave ou irreversível. Devem ser adotadas cautelas extremas para evitar o abuso desta opção.

33. No final do estudo, os doentes que nele entraram têm o direito a ser informados sobre as suas consequências e a participar de todos os benefícios que resultem do estudo, como por exemplo, aceder a intervenções identificadas como benéficas pelo estudo e a outros cuidados e vantagens.

34. O médico tem de informar inteiramente o doente sobre quais os aspetos da assistência que estão relacionados com a investigação. A recusa de um doente em participar no estudo ou a decisão de um doente interromper a sua participação no estudo nunca pode interferir com a relação médico-doente.

35. No tratamento de um doente, em que não haja intervenções comprovadas ou estas tenham sido inúteis, o médico, após procura de aconselhamento especializado, tendo o consentimento informado do doente ou do representante legal, pode usar uma intervenção não comprovada se, em sua firme convicção, tal intervenção oferecer a esperança de salvar a vida, restabelecer a saúde ou aliviar o sofrimento. Quando possível, esta intervenção deve tornar-se objeto de investigação desenhada para avaliar a sua segurança e eficácia. Em todos os casos a nova informação deve ser relatada e, quando apropriado, tornada publicamente disponível.

22.10.2008

Tradução espontânea de R.A., feita em janeiro de 2010, seguindo o Acordo Ortográfico de 1990.

Para ver o original, clique em <http://www.wma.net/en/30publications/10policies/b3/index.html>

DECLARAÇÃO DE CONSENTIMENTO

Considerando a "Declaração de Helsínquia" da Associação Médica Mundial
(Helsínquia 1964; Tóquio 1975; Veneza 1983; Hong Kong 1989; Somerset West 1996 e Edimburgo 2000)

Designação do Estudo (em português):

Eu, abaixo-assinado, (nome completo do participante)

_____, compreendi a explicação que me foi fornecida, por escrito e verbalmente, da investigação que se tenciona realizar, para qual é pedida a minha participação. Foi-me dada oportunidade de fazer as perguntas que julguei necessárias, e para todas obtive resposta satisfatória.

Tomei conhecimento de que, de acordo com as recomendações da Declaração de Helsínquia, a informação que me foi prestada versou os objectivos, os métodos, os benefícios previstos, os riscos potenciais e o eventual desconforto. Além disso, foi-me afirmado que tenho o direito de decidir livremente aceitar ou recusar a todo o tempo a minha participação no estudo. Sei que se recusar não haverá qualquer prejuízo na assistência que me é prestada.

Foi-me dado todo o tempo de que necessitei para reflectir sobre esta proposta de participação. Nestas circunstâncias, decido livremente aceitar participar neste projecto de investigação, tal como me foi apresentado pelo investigador(a).

Data: ____ / _____ / 20__

Assinatura do(a) participante:

A Investigadora responsável:

Nome: _____

Assinatura: _____

1. Referências bibliográficas do Apêndice III:

Declaração de Consentimento – considerando a “Declaração de Helsínquia” da Associação Médica Mundial. [Internet] [2011 Julho 5]. Available from <https://bdigital.ufp.pt/dspace/bitstream/10284/1211/4/DECLARA%C3%87%C3%83O%20DE%20CONSENTIMENTO%20para%20o%20question%C3%A1rio.pdf>.

Declaração de Helsínquia da Associação Médica Mundial - Princípios Éticos para a Investigação Médica em Seres Humanos. [Internet] Outubro 2011 [2011 Julho 5]. Available from <http://oobyole.com/biblivirtu/HelsinquiaBV20080101004.pdf>.

APÊNDICE IV

Apêndice IV – Protocolo de Avaliação

PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO

Data da avaliação: ___/___/___

1. Identificação do aluno

Nome: _____
Data de nascimento: ___/___/___
Idade: _____ Sexo: _____
Escola: _____ Turma: _____
Peso: _____ Altura: _____
Número do pé: _____

2. Avaliação objectiva

2.1. Postura

<i>Anterior</i>	
<i>Perfil</i>	
<i>Posterior</i>	

2.2. Flexibilidade

<i>Teste de Sentar e Alcançar (Membros inferiores) (cm)</i>	Dto:	Esq:
<i>Teste de Alcançar atrás das costas (Membros superiores) (cm)</i>	Dto:	Esq:
<i>Teste 3ºdedo-solo</i>		

2.3. Teste de Adams

Observações:

2.4. Avaliação postural - FootScan® USB plate da RSscan International

Avaliação bipodal:

Avaliação unipodal direita:

Avaliação unipodal esquerda:

Passo à frente com o pé direito:

Passo à frente com o pé esquerdo:

Descrição de alguns testes utilizados

1. Flexibilidade

➤ **Sentar e Alcançar (*Membros inferiores*)**

Objectivo: Avaliar a flexibilidade do tronco e dos membros inferiores.

Procedimento: Colocar a cadeira contra uma parede para não se movimentar durante o teste. O teste inicia-se com o doente sentado no bordo anterior do assento. Um membro inferior é flectido com o pé totalmente apoiado no chão enquanto o outro é estendido com o pé em posição neutra. O doente faz flexão do tronco de forma lenta, com a cabeça alinhada com a coluna, deslizando as mãos (com as pontas dos dedos sobrepostas) ao longo do membro inferior em extensão até à ponta do pé. Manter a posição 2 segundos. Não permitir a flexão do joelho.

Resultado: Usando uma régua, medir a distância até à ponta do pé (negativo) ou depois do pé (positivo). Realizar nos dois membros inferiores.

➤ **Alcançar atrás das costas (*Membros superiores*)**

Objectivo: Avaliar a flexibilidade dos músculos do ombro.

Procedimento: Na posição de pé (ou sentado), pedir ao doente que coloque uma mão por cima do mesmo ombro e que a desloque o mais possível em direcção ao meio das costas. A palma da mão tem que estar virada para baixo e os dedos em extensão. A outra mão é colocada por baixo e atrás, com a palma voltada para cima. Tentar tocar com a mão de baixo no dedo médio da mão de cima.

Resultado: Medir com a régua a distância entre as pontas dos dedos médios (resultado negativo), ou a medida de sobreposição dos dedos (resultado positivo). Realizar outra vez trocando o braço que fica por cima.

➤ **Teste 3º dedo-solo**

Objectivo: Avaliar a flexibilidade anterior do tronco e a pélvis.

Procedimento: Solicita-se aos utentes que permaneçam na posição ortostática com os calcanhares sobre uma linha horizontal traçada, que mantenham os pés juntos e os joelhos em extensão. Posteriormente efectua-se a flexão anterior do tronco e mantém-se alguns segundos.

Resultado: Mede-se a distância do solo ao 3º dedo.

2. Teste de Adams

Objectivo: Avaliar a presença ou não de escoliose.

Procedimento: O indivíduo deve baixar-se para a frente, mantendo os pés juntos e os joelhos rectos. Os membros superiores devem estar pendentes, com as mãos aproximadamente ao nível dos joelhos. O utente será avaliado pela cabeça e/ou pelas costas. Deve-se observar o alinhamento da coluna vertebral e procurar por qualquer assimetria no tronco, seja ao nível do tórax ou da cintura. A coluna vertebral deverá estar rectilínea e não haver assimetrias no tronco.

Resultado: Análise da postura/ coluna vertebral.

Referências bibliográficas do Apêndice IV

- Baptista F, Sardinha L. Avaliação da aptidão física e do equilíbrio de pessoas idosas – Baterias de Fullerton. Lisboa: FMH Edições; 2005.
- Carnaval P E. Medidas e avaliação em ciências do esporte. 5ªed. Editora Sprint; 2002.
- Feltrin Y R, Machado D R L. Habilidade técnica e aptidão física de jovens futebolistas. Revista Brasileira de Futebol; Jan-Jun 2009; 02(1): 45-49.
- Heifti F et al. Pediatric Orthopedics in Practice. Alemanha: Springer-Verlag Berlin Heidelberg; 2007.
- Karachalios T, Sofianos J, Roidis N, Sapkas G, Korres D, Ikolopoulos K. Tenyear follow-up evaluation of a school screening program for scoliosis. Spine 1999; 24: 2318-24.
- Lonstein JE, Winter, RB, Moe JH, Bianco AJ, Campbell RG, Normal MA. School screening for the early detection of spine deformities. Minnesota Medicine 1976 (January); 51-7.
- Marins J C B, Giannichi R S. Avaliação e prescrição de atividade física. 2ªed. Editora Shape; 1998.
- Palmer M L, Epler M E. Fundamentos das Técnicas de Avaliação Musculoesquelética. 2ªed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A.; 2000.
- Perret C, Poiraudeau S, Fermanian J, Colau MML, Benhamou MAM, Revel M. Validity, reliability, and responsiveness of the fingertip-to-floor test. Arch Phys Med Rehabil. 2001;82:1566-70.
- Silva O C, Tashira T, Silva M C. O desenvolvimento da coordenação motora aplicada ao futsal na escolinha dentinho de leite no município de Areia-PB. Trabalho de Conclusão do Curso de Licenciatura Plena em Educação Física pela Universidade Estadual da Paraíba.

APÊNDICE V

Apêndice V – Plataforma de Pressão

O estudo da locomoção humana tem gerado um considerável número de publicações. A partir da história evolutiva, os autores tentam dar algum *insight* sobre a transição da posição quadrúpede para a locomoção bípede. A posição erecta e a marcha são aceites como as principais características que diferenciam os seres humanos dos animais.^[1]

A caracterização de movimento baseado em modelos cinéticos e cinemáticos pode ser uma óptima ferramenta, precisa e objectiva, de analisar alterações relacionadas com doenças. Sendo um método não invasivo que incorpora informação objectiva do movimento sem influências externas, é uma importante ferramenta biomecânica usada na pesquisa e desenvolvimento de aplicações clínicas como geradoras de indicadores de guias de tratamento e para comparar a eficiência de terapias alternativas.^[2]

O pé é "uma obra-prima de engenharia e uma obra de arte" (Leonardo Da Vinci) que não pode ser visto como um corpo rígido no total de observação do padrão de marcha. O estudo do pé permite analisar todos os movimentos possíveis: posições estáticas, passos da criança ou do adulto, caminhadas ou corridas de velocidade, saltos, movimentos de rotação...

1. Plataforma de força versus Plataforma de pressão

A amplitude e a distribuição das forças de reacção, estáticas e dinâmicas, resultantes do contacto com o solo, reflectem o estado estrutural e funcional do pé. Para a medição destas forças usam-se plataformas de força e/ou dispositivos de aquisição da pressão. As plataformas de força têm como principal vantagem a possibilidade de adquirirem todas as componentes da força de reacção; no entanto, descrevem o efeito total da carga entre o sujeito e a superfície de contacto. Por outro lado, os sensores de pressão, embora traduzam apenas a componente da força de reacção normal ao plano de medição, permitem uma análise pormenorizada da distribuição das forças na planta do pé para uma dada região de contacto.^[3]

2. Plataforma de Pressão

Para a apresentação da distribuição da pressão as soluções comerciais existentes tipicamente usam uma representação 2D colorida da planta do pé, com diferentes cores associadas a distintos valores de pressão. Também são usuais representações 3D da planta do pé com elevações (*pressure mountains*) de acordo com a amplitude da pressão exercida nas diferentes regiões do pé. Existe ainda a possibilidade de visualizar a distribuição da pressão plantar através de curvas isobáricas (conjunto de linhas interligando pontos a idênticos níveis de pressão). Estes gráficos podem ser visualizados durante toda a etapa de contacto do pé com o solo, ou para cada instante temporal considerado.^[3,4]

Para apresentação de outro tipo de informação, como por exemplo, áreas de contacto, impulsos, etc., usam-se frequentemente gráficos 2D, em que uma das variáveis observadas é o tempo.^[3,4]

Existem diversos parâmetros úteis à análise clínica da pressão: centro de pressão (posição central da distribuição de pressão), picos de pressão/força de reacção (máximos da pressão/força de reacção adquiridos por cada sensor de pressão durante um passo (stance phase), integrais de pressão/força de reacção (correspondentes à área delimitada pelos gráficos da pressão versus tempo ou da força de reacção versus tempo, designam-se também por impulsos), tempos de contacto (duração de uma determinada etapa da marcha), instantes de tempo a que ocorrem determinados eventos com relevância clínica e áreas de contacto (área formada pelos pontos sob as regiões de contacto). A importância e interpretação de cada um dos parâmetros dependem da aplicação em questão.^[3,5]

Para além das variáveis consideradas por Orlin (2000) como as mais usadas na análise clínica da pressão plantar: valores de pico/valores médios de pressões, forças e áreas de contacto, integrais de pressão/força versus tempo; considera-se também importante, para a comparação das análises efectuadas pelos diferentes pacotes de *software*, a apresentação do centro de pressão. Note-se que, por exemplo, os integrais de pressão/força no tempo já incluem a informação relativa a tempos de contacto e instantes de tempo com relevância clínica.^[3,5]

Na análise clínica barométrica dos pés é igualmente relevante estudar o padrão da pressão por subáreas com relevância anatómica, assim como, por fases da marcha. Além do mais, é conveniente a repetição das medições de forma a diminuir a variabilidade dos valores adquiridos durante a marcha de um determinado indivíduo em observação.^[3,5]

Na literatura analisada foram encontrados os seguintes factores cinemáticos e antropométricos intervenientes no padrão da pressão plantar: velocidade da marcha, comprimento (tamanho) do passo, altura do sujeito, peso do sujeito, idade do indivíduo, género do indivíduo, posição do pé, limitações de movimento, estrutura do pé, forma dos sapatos. [3,5]

Assim, aquando da medição da pressão plantar é conveniente que para um determinado sujeito as sucessivas medições sejam efectuadas a velocidades semelhantes. A pressão deve ser medida quando o sujeito em análise se encontra em marcha normal, assim, o percurso deve ser suficientemente comprido para que quando for atingida a plataforma de pressão a marcha apresente as suas características naturais (*midgait protocol*). Se apenas se usar o método de um passo (*1-step protocol*), ou seja com o sujeito posicionado à distância de um passo do início da plataforma de pressão usada, deve-se ter em atenção que o resultado obtido com este tipo de medições apresenta diferenças relativamente aos resultados obtidos pelas medições efectuadas em marcha normal, embora sejam correlacionados. [3,5]

Quando se pretendem comparar análises pedobarométricas para um conjunto de indivíduos é necessário ter em atenção as diferenças de idade e o tipo de estrutura do pé. [3,5]

É mais correcto comparar o mesmo sujeito em instantes de tempo distintos, ou em condições de análise distintas, do que com sujeitos diferentes. Por vezes, para a análise clínica de um pé com alguma patologia comparam-se os seus resultados com os obtidos considerando o outro pé saudável; no entanto, é preciso ter em atenção a assimetria típica entre pés. [3,5]

Para diminuir a variabilidade das medições afectadas pelos factores antropométricos e cinemáticos, devem ser efectuadas mais do que uma medição segundo condições controladas e semelhantes. A ferramenta de aquisição, tratamento e apresentação das variáveis de interesse para o estudo da pressão deve ter a capacidade de calcular a média das variáveis de interesse em que tais valores façam sentido. [3,5]

2.1. Objectivos clínicos da plataforma de pressão

A análise clínica da marcha é usualmente considerada como sendo a medição, o processamento e a interpretação sistemática dos parâmetros biomecânicos, que caracterizam a locomoção humana e facilitam a identificação de limitações no movimento de maneira a projectar planos adequados de reabilitação. O termo “análise clínica da marcha” deveria apenas

ser aplicado ao estudo realizado por laboratórios capazes de adquirir e tratar de forma instrumentada a informação cinemática, cinética, energética e mioelétrica do movimento, integrando pessoal especializado capaz de interpretar clinicamente essa informação. Os métodos predominantes na análise clínica da marcha são a medição da cinemática, da cinética e da actividade muscular durante o ciclo de marcha. A pressão plantar pode não ser considerada uma componente básica da análise clínica da marcha, porém a medição das pressões plantares durante a marcha é uma mais-valia à avaliação clínica do sujeito. A cinemática consiste na caracterização do movimento sem referência às forças envolvidas. A cinética descreve as forças internas e externas que actuam num corpo em movimento. A electromiografia serve para definir a actividade muscular que controla os movimentos durante a marcha. A pressão plantar permite a análise pormenorizada da distribuição da carga entre a planta do pé e a respectiva superfície de contacto. A tomada de decisão relativa a problemas relacionados com alterações do padrão de movimento poderá ser apoiada por medidas, objectivas e replicáveis dos parâmetros que lhes estão associados. A potencialidade do uso de dados de marcha inclui a determinação da eficácia das intervenções e a interpretação correcta das causas primárias para a disfunção. O sujeito tem um papel activo no processo podendo acompanhar e melhorar os seus resultados através dos indicadores estabelecidos. O alinhamento das ajudas técnicas, nomeadamente das próteses para o membro inferior, tem uma influência determinante na qualidade do resultado final no sujeito. A determinação exacta de alguns parâmetros de alinhamento, efectuada em contexto de laboratório, permite obter ganhos de tempo no período de adaptação e no conforto percebido.^[5,6]

A plataforma de pressão também permite estudar a função dos pés na aquisição da marcha independente nos primeiros meses de vida. Três características principais podem ser atribuídas à função do pé infantil que o distinguem claramente da função do pé adulto. Em primeiro lugar, como esperado, no início da aprendizagem, para caminhar de forma independente, as características da função do pé mostram uma grande quantidade de variação. Em contraste com o adulto, a função do pé infantil não mostra um padrão estereotipado. Em segundo lugar, problemas de equilíbrio são refletidos na função do pé por um aumento na área de contacto com a superfície plantar e um deslocamento da carga para a frente. Estas respostas permitem um maior controlo do equilíbrio evitando assim que a criança caia. Terceiro, diferenças na anatomia do pé entre adultos e as crianças também se refletem na função do pé. A grande quantidade de tecido mole nos pés das crianças conduzirá a uma redução no pico das pressões plantares durante o contato do pé, porque o tecido mole irá permitir que a carga se

distribua sobre uma área maior. Além disso, os pés infantis mostram grandes pressões plantares sob a região do mediopé (absoluta e relativa) em comparação com os adultos, devido à ausência do arco longitudinal do pé.^[7]

A pressão plantar pode ser utilizada na detecção, tratamento e seguimento clínico de problemas nos membros inferiores causados por disfunções músculo-esqueléticas, neurológicas, etc. Também é útil na investigação da postura dos membros inferiores em actividades como o desporto, dança, etc.^[1,3]

Outros estudos foram efectuados recorrendo à plataforma de pressão, nomeadamente: a influência dos sapatos nos pés neuropáticos^[8]; a influência da mobilidade e das elevadas pressões plantares nas ulcerações dos pé diabéticos^[9]; o equilíbrio e a corrida nos amputados^[10]; o estudo da corrida^[11,12]; a influência dos sapatos na corrida^[13,14]; o varismo e valgismo^[15,16]; a dor no joelho^[17]; a entorse da túbio-társica^[18]; o transporte de cargas em mulheres pós-menopáusicas^[19]; o estudo da utilização de ortóteses nos pés no controlo postural de crianças com Paralisia Cerebral^[20]; entre outros. Nenhum artigo relativo à escoliose e às outras alterações da curvatura da coluna vertebral foi encontrado.

3. Referências bibliográficas do Apêndice V:

1. De Roy K, Peeraer L, Visualising the pressure distribution on the plantar surface of the foot during stance, walking and running using a plantar pressure measurement system. The encyclopedia of imaging science and technology (chapter 8); 2002.
2. Cruz C, Mourão A, Gabriel R, Filipe V, Barroso J, Ginja M. Padrões de referência da pressão plantar no movimento do cão Serra da Estrela. 4º Congresso Nacional de Biomecânica. [Internet] 4 e 5 de Fevereiro de 2011. cited [2012 Abril 25] Available from <https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/7131/1/ID946.pdf>.
3. Sousa D S S, Tavares J M R S. Estudo de soluções comerciais para análise clínica da pressão plantar (Relatório interno). Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. [Internet] 2006 Abril. cited [2012 Abril 25] Available from <http://paginas.fe.up.pt/~tavares/downloads/publications/relatorios/MercadoBarometrico.pdf>

4. Sousa D S S. Seguimento do movimento humano usando visão computacional – aplicação na análise da marcha (Tese de Mestrado). Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. [Internet] 2008 Fevereiro. cited [2012 Abril 25] Available from http://paginas.fe.up.pt/~tavares/downloads/publications/teses/MSc_DS.pdf.
5. Sousa D S S, Tavares J M R S, Correia M V, Mendes E. Análise clínica da marcha exemplo de aplicação em laboratório de movimento. 2º Encontro Nacional de Biomecânica. [Internet] 8 e 9 de Fevereiro de 2007. cited [2012 Abril 25] Available from <http://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/339/2/13138.pdf>.
6. Mendes E, Tavares J M, Correia M V. iD124 – ACTIDEF Avaliação Computacional e tecnológica integrada do desempenho e funcionalidade de cidadãos com incapacidades músculo-esqueléticas. [Internet] 2007. cited [2012 Abril 25] Available from <http://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/343>.
7. Hallems A, D’Août K, De Clercq D, Aerts P. Pressure Distribution Patterns Under the Feet of New Walkers: The First Two Months of Independant Walking. *Foot & Ankle International*. 2003 May; 24 (5): 444-453.
8. Praet F E, Stephan L, Jan-Willem K. The influence of shoe design on plantar pressures in Neuropathic Feet. *Diabetes Care*. 2003 February; 26 (2): 441-445.
9. Viswanathan V, Snehalatha C, Sivagami M, Seena R, Ramachandran A, Association of limited joint mobility and high plantar pressure in diabetic foot ulceration in Asian Indians. *Diabetes Research and Clinical Practice*. 2003; 60: 57-61.
10. Van Gheluwe B, Nelen B. Plantar foot pressure of leg amputees during gait and running. [Internet] 1999 [cited 2012 Abril 25] Available from <http://www.rsscan.com/>.
11. De Cock A, De Clercq D, Willems T, Witvrouw E. Normative data for temporal parameters and patterns of foot during barefoot running. *Gait and posture*. 2002 September; 16 (suppl.1): 135.
12. Praet S F E, Wilssens J P, Vanderhaeghen V, Lambrechts W, Schwellnus M, Vaughan C, Noakes T D. Right versus left foot pressure dynamics in running [Internet] 1998 [cited 2012 Abril 25] Available from <http://www.rsscan.com/>.
13. De Wit B, De Clercq D, Aerts P. Biomechanical analysis of the stance phase during barefoot and shod running. *Journal of biomechanics* 2000; 33: 269-278.
14. Darmana R, Scandella M, Salmeron S, Martinez E, Cahuzac J P. Dynamic plantar pressure measurement in children with in toeing and out toeing walking. [Internet] 2001 [cited 2012 Abril 25] Available from <http://www.rsscan.com/>.

15. Van Gheluwe B, Dananberg. Changes in plantar pressure with in-shoe varus or valgus wedging. *J. Am. Podiatr. Med. Assoc.* 2004; 94: 1-11.
16. Van Gheluwe B, Dananberg H. Changes in plantar foot pressure due to varus or valgus wedging, *J. of the American Podiatric Medical Association.* 2004; 94 (1): 1-11.
17. Hoffmann L, Schwirtz A, Neubert A, Pfaff G. Anterior knee pain and its correlation to the plantar pressure distribution. [Internet] 1998 [cited 2012 Abril 25] Available from <http://www.rsscan.com/>.
18. Willems T, Witvrouw E, Delbaere K, De Cock, De Clercq D. Relationship between gait biomechanics and inversion sprains: a prospective study of risk factors. *Gait and Posture.* 2004.
19. Silva D N. Influência do transporte de cargas na biomecânica do apoio plantar durante o caminhar de mulheres pós-menopáusicas. [Internet] 2010 [cited 2012 Abril 25] Available from <http://hdl.handle.net/10348/621>.
20. Bruylants M, Moens M, Adam A. Influence of ankle foot orthosis on postural control in children with cerebral palsy. [Internet] 2000 [cited 2012 Abril 25] Available from <http://www.rsscan.com/>.