

Emergência de Assimetrias Laterais no Desenvolvimento da Habilidade de Arremessar

Resumo. *Assimetrias laterais de preferência manual, pedal e ocular, e assimetria no desempenho do arremesso de força foram analisadas em crianças de quatro a dez anos de idade. O desempenho com cada lado do corpo foi avaliado através de parâmetros de análise qualitativa para verificação de estágios de desenvolvimento por componentes da tarefa. A preferência lateral foi quantificada através da frequência com que as crianças empregaram o lado direito ou esquerdo do corpo para executar diferentes tarefas manuais, pedais e oculares de forma unilateral. Os resultados indicaram que a assimetria lateral de desempenho para o arremesso já está estabelecida aos quatro anos de idade, e mantém-se relativamente constante até os dez anos. Os índices de assimetria de desempenho e preferência manual foram específicos à tarefa, uma vez que não foram encontradas correlações consistentes entre esses índices nas idades estudadas.*

Abstrac. *Emergence of Lateral Asymmetries in the Development of the Overarm Throw. Lateral asymmetries of manual, pedal and ocular preference, and motor asymmetry in the performance of the forceful overarm throw were analyzed in four- to ten-year-old children. Performance with each side of the body was assessed on the basis of qualitative analysis for identification of developmental stages by components of the task. Lateral preference was quantified through frequency of use of the right or the left side of the body to carry out different manual, pedal and ocular tasks. The results indicated that the overarm throw movement pattern was developed with both sides of the body but at different levels. Lateral asymmetry of performance favorable to the preferred side was significant for the four-year-olds, and it was maintained stable until the age of ten. Indexes of asymmetry for lateral preference and performance were found to be specific, since no consistent correlations were observed among them throughout the age periods studied.*

Exposição do problema

A partir dos achados apresentados na sessão “Assimetrias laterais na infância e adolescência” da Revisão de literatura, depreende-se que a assimetria lateral de preferência estabelece-se precocemente durante o desenvolvimento e é generalizável para a maioria das ações motoras (Brumbl, 1972). Assimetrias de desempenho, entretanto, parecem ser específicas à tarefa, ou talvez a categorias ainda não identificadas de habilidades motoras. Tal especificidade pode ser devida a diferentes fatores, como quantidade de prática prévia com cada segmento corporal, funções de controle exigidas no desempenho da ação motora, assim como a complexidade de movimentos. O efeito de prática unilateral com o lado preferido tem sido sugerido a partir dos resultados de Rigal (1992), os quais demonstraram que entre seis e nove anos de idade houve estabelecimento de assimetria lateral de desempenho apenas em uma tarefa relacionada à escrita, enquanto que para as demais tarefas o desempenho manteve-se simétrico. No que se refere à complexidade da tarefa, a maioria dos estudos tem orientado seu foco para a análise de habilidades motoras relativamente simples, fazendo com que tenhamos pouca informação sobre o processo de assimetriação de desempenho em habilidades motoras globais, como aquele caracteristicamente observado na tarefa de arremesso de força.

Em face às colocações acima apresentadas, esse trabalho teve como objetivo investigar a emergência de assimetrias laterais de preferência visual, manual e pedal, e assimetria de desempenho na tarefa de arremesso de força sobre o ombro em crianças de quatro a dez anos de idade. A identificação e validação das fases de desenvolvimento qualitativo deste padrão de movimento foram feitas por Robertson (1977, 1978), dentro de um modelo de análise por componente da ação. As características que identificam cada fase de desenvolvimento têm mostrado ser consistentes ao longo de uma série de tentativas (Robertson, 1977), assim como seguem uma seqüência invariante de desenvolvimento, atravessando fases bem caracterizadas, partindo de uma forma de execução rudimentar e pouco eficiente para um modo de coordenação bastante avançado com o passar dos anos (Butterfield & Loovis, 1998; Robertson, 1978). Considerando-se que a pesquisa conduzida até aqui sobre padrões de movimento tem sido centrada somente na análise do lado preferido, uma questão interessante é a extensão em que o desenvolvimento em uma habilidade motora complexa como o arremesso é compartilhado pelos dois lados corporais.

Método

Participantes

Participaram deste estudo 71 crianças nas faixas etárias de quatro, seis, oito e dez anos, de ambos os sexos (Tabela 3.1). As crianças de quatro e seis anos eram alunos da Creche (Oeste) da Universidade de São Paulo, e as crianças de oito e dez anos alunos da Escola de Aplicação da Universidade de São Paulo. Os responsáveis pelas crianças assinaram um formulário de consentimento, no qual foram descritos os procedimentos experimentais.

Tabela 3.1 - Número de crianças em cada faixa etária em função do sexo.

Idade	Masculino	Feminino
4 anos	6	9
6 anos	13	6
8 anos	7	11
10 anos	8	11

Material e tarefas

Para verificação da preferência lateral manual, pedal e ocular, foram selecionadas três tarefas motoras em cada categoria.

Preferência manual

1. Desenhar círculos com canetas coloridas em uma folha de papel.
2. Executar movimentos de ondulação, paralelos ao chão, com uma das extremidades de uma corda de sisal com 1,50 m de comprimento.
3. Bater em uma peteca com a palma da mão, sustentada pelo experimentador, na altura do peito do criança.

Preferência pedal

1. Equilibrar-se em apenas um dos pés sobre uma bola medicinal de 3 Kg, colocada no chão.
2. Saltar sobre uma corda em movimento ondulatório rente ao chão.
3. Conduzir uma bola de borracha (300 g) em linha reta pelo chão, empregando um único pé para tocar a bola, através de uma distância de aproximadamente 2 m.

Preferência ocular

1. Fechar um olho (com ou sem ajuda de uma mão) e manter o outro olho aberto.
2. Visualizar um objeto com apenas um dos olhos, utilizando um monóculo de papel segurado pela própria criança.
3. Executar tarefa semelhante à anterior, utilizando uma figura de papel com formato de um buraco de fechadura.

Para análise das assimetrias laterais de desempenho foi empregada a tarefa de arremessar por sobre o ombro uma bola de espuma, do tamanho de uma bola de tênis, usando apenas uma das mãos. As crianças eram solicitadas a arremessar o mais distante possível em um ambiente amplo, sem que

houvesse um alvo a ser atingido. A execução dos arremessos foi filmada com uma câmera, modelo Panasonic Super-VHS, possuindo frequência de registro de imagens de 30 Hz.

Procedimentos

O ingresso das crianças no experimento foi precedido pela assinatura de consentimento informado por um dos pais ou responsável pela criança e da manifestação delas próprias do desejo de participar das atividades do experimento. Os testes de preferência lateral foram feitos em circuito, com seqüência aleatorizada entre as categorias de tarefas (manuais, pedais e oculares) entre as crianças. Durante os testes de preferência lateral era solicitado à criança que o material fosse recolocado no lugar de origem ou devolvido ao experimentador antes de se proceder à tentativa seguinte. Isso era feito a fim de que a criança perdesse contato com o material entre uma tentativa e outra, possibilitando a troca de segmento corporal empregado em cada tentativa numa mesma tarefa. Cada tarefa era executada três vezes, sendo registrado em cada tentativa o lado do corpo empregado para se realizar a tarefa.

Para a tarefa motora principal, as crianças eram inicialmente familiarizadas com a tarefa através da explicação de qual movimento se esperava que elas fizessem, o que era seguido pela execução de uma ou mais tentativas do arremesso pela criança, até que o experimentador se certificasse de que a tarefa havia sido compreendida. Cada criança realizava cinco tentativas em seqüência com o braço direito ou esquerdo e, em seguida, invertia sua posição, de forma que as cinco tentativas com o braço contrário estivessem visíveis para a câmera. Metade das crianças iniciou a seqüência de tentativas com o braço direito e a outra metade com o braço esquerdo. O experimentador procurava incentivar as crianças a obter a maior distância possível no arremesso, de forma a obter um típico arremesso de potência. Os movimentos foram filmados a partir de uma vista lateral.

Análise dos resultados

O cálculo dos índices de preferência manual, preferência pedal e preferência ocular individuais foram feitos a partir da quantidade de vezes que um segmento corporal foi usado em relação ao segmento contralateral. A seguinte fórmula foi usada para se obter o índice de preferência lateral: $[(D-E)/(D+E)] \times 100$, onde D corresponde ao número de vezes que o lado direito do corpo foi usado e E o número de vezes que o lado esquerdo foi usado, para cada categoria de tarefa. Dessa forma, escores positivos indicam preferência para o lado direito e escores negativos preferência para o lado esquerdo. Escores próximos a zero representam fraca preferência lateral, enquanto que escores iguais a 100 ou -100 indicam os valores máximos de preferência lateral. Esse índice foi calculado independentemente para os componentes manual, pedal e ocular, levando-se em consideração o total de tentativas nas três tarefas. A mesma fórmula foi usada para calcular o índice de assimetria lateral de desempenho, mas aqui D correspondeu ao índice global de desenvolvimento (ver abaixo) observado para o desempenho com o braço direito e E foi a mesma medida para o desempenho com o braço esquerdo. Os índices de assimetria foram calculados nas formas algébrica e absoluta. No índice algébrico foi levada em consideração a direção da assimetria, tendo sido convencionado que a preferência ou melhor

desempenho com o lado direito do corpo foram indicados com sinais positivos, usando-se sinais negativos para as mesmas medidas do lado esquerdo. As médias com sinal foram feitas individualmente para cada criança e depois no cômputo da média geral de grupo. Para cálculo do índice absoluto, os índices individuais foram transformados em valores modulares, desconsiderando-se o sinal indicativo do lado preferido e computando-se apenas a magnitude do valor.

Para análise do desempenho no arremesso, a classificação de cada componente da ação motora, em termos de fase de desenvolvimento motor, foi elaborada com base nos critérios propostos por Robertson e Halverson (1984). Para tanto, sete componentes foram analisados na ação: (1) preparação do tronco, (2) ação do tronco, (3) ação das pernas, (4) oscilação preparatória do braço para trás, (5) ação do úmero, (6) ação do antebraço e (7) transferência de peso. Para os primeiros quatro componentes da ação foram usados quatro níveis de classificação. A seguir são apresentadas as características principais de cada fase por componente (cf. Robertson & Halverson, 1984, para mais detalhes).

Oscilação preparatória do braço para trás

- Nível 1. Sem oscilação para trás. A mão é movida para frente na soltura da bola a partir da posição original do braço.
- Nível 2. Flexão do cotovelo e úmero. A bola é movida em direção oposta à linha de vôo atrás ou ao lado da cabeça por uma flexão do ombro e do cotovelo.
- Nível 3. Oscilação circular e ascendente para trás. A bola é movida em direção oposta à linha de vôo através de um movimento circular acima da cabeça com o cotovelo estendido.
- Nível 4. Oscilação circular e descendente para trás. A bola é movida em direção oposta à linha de vôo, atrás da cabeça por um movimento circular para baixo e para trás do quadril.

Ação do úmero na oscilação para frente

- Nível 1. Úmero oblíquo. O úmero é movido para frente, para soltura da bola obliquamente acima ou abaixo da linha horizontal dos ombros. Algumas vezes o úmero é posicionado num ângulo reto em relação ao tronco, com o cotovelo apontando para o alvo e mantendo-se nesta posição.
- Nível 2. Úmero alinhado e independente. O úmero é movido para frente alinhado horizontalmente com o ombro.
- Nível 3. Úmero atrasado. O úmero é movido para frente alinhado horizontalmente, no momento que os ombros alcançam o plano frontal o úmero permanece atrás da linha do corpo.

Ação do antebraço durante a oscilação para frente

- Nível 1. Antebraço sem atraso. O antebraço e a bola são movidos simultaneamente para frente na soltura da bola durante toda a ação do arremesso.
- Nível 2. Antebraço moderadamente atrasado. O antebraço e a bola são posicionados atrás do corpo e há um moderado atraso na ação do antebraço quando os ombros alcançam o plano frontal.

Nível 3. Antebraço nitidamente atrasado. Há um atraso expressivo na ação do antebraço quando os ombros alcançam o plano frontal.

Preparação do tronco

Nível 1. Sem preparação do tronco para a ação.

Nível 2. Pequena rotação dos ombros no sentido contrário ao do movimento principal de projeção da bola.

Nível 3. Pequena rotação dos ombros e quadril no sentido contrário ao do movimento principal de projeção da bola.

Nível 4. Acentuada rotação dos ombros e quadril.

Ação do tronco

Nível 1. Nenhuma ação do tronco ou movimento para frente. O braço usado no arremesso algumas vezes produz uma rotação passiva do tronco para o lado oposto ao movimento, ou acompanha a extensão do braço com uma flexão do quadril.

Nível 2. Rotação superior do tronco ou rotação total do tronco. O tronco e o quadril são girados no sentido do arremesso como um bloco.

Nível 3. Rotação diferenciada do tronco. A pélvis inicia a rotação para frente, enquanto a parte superior da coluna e os ombros ainda estão na posição de rotação preparatória.

Ação da perna

Nível 1. Sem passada. O participante arremessa a partir da posição inicial dos pés.

Nível 2. Passada homolateral. Passada do mesmo lado da mão de arremesso.

Nível 3. Passada contralateral curta. O passo é dado com o pé oposto da mão de arremesso com pequena amplitude.

Nível 4. Passada contralateral longa. O passo é dado com o pé oposto da mão de arremesso, com uma distância acima da metade de sua altura.

Transferência de peso

Nível 1. Sem transferência de peso.

Nível 2. Transferência de peso moderada, com desequilíbrio do corpo à frente ao final da fase de projeção da bola.

Nível 3. Transferência acentuada do peso do corpo, apoiando a maior parte do peso na perna de trás durante a preparação e passando o peso para a perna da frente durante a projeção da bola.

Como cada criança realizou cinco tentativas com cada lado do corpo, foi considerada como fase de desenvolvimento representativa de cada componente de movimento, para os lados direito e

esquerdo, aquela observada com maior frequência. Essa análise foi feita independentemente para o desempenho com cada lado do corpo.

As imagens dos arremessos de todas as crianças foram analisadas por dois avaliadores, que atribuíram escores independentemente um do outro. Para verificar a objetividade das medidas, foi analisada a proporção de resultados coincidentes entre os escores atribuídos para cada componente de movimento em cada tentativa por ambos avaliadores. A proporção observada de coincidências entre as classificações feitas pelos dois avaliadores em todas as tentativas foi de 93%, indicando o grau de objetividade na medida. Os resultados apresentados a seguir correspondem aos registros de apenas um dos avaliadores.

A análise inferencial foi conduzida em função do índice global de desenvolvimento no arremesso. Para calcular esse índice, foi atribuído um ponto à fase mais elementar em cada componente da ação, com adição de um ponto para cada fase superior. Para os componentes “oscilação preparatória do braço”, “preparação do tronco”, “Ação do tronco” e “ação da perna” o escore máximo foi de quatro pontos, enquanto que para os componentes “ação do úmero”, “ação do antebraço” e “transferência de peso” o escore máximo foi de três pontos. O índice global foi obtido pela soma dos escores para cada componente da ação, de forma que os escores foram limitados ao valor mínimo de 7 e ao valor máximo de 25 pontos.

Resultados

O índice global de desenvolvimento no arremesso foi analisado através de uma análise de variância de três fatores, 2 (Sexo) x 4 (Idade) x 2 (Lado: preferido x não-preferido), com medidas repetidas no último fator. Os resultados indicaram efeitos significativos dos três fatores principais: Sexo [$F(1,62) = 35,57, p < 0,0001$], Idade [$F(3,62) = 4,19, p < 0,01$] e Lado [$F(1,62) = 111,01, p < 0,0001$]. Foi encontrada também interação significativa entre os fatores Sexo e Lado [$F(1,62) = 9,59, p < 0,005$]. O efeito principal do fator Lado revelou uma assimetria consistente de desempenho favorável ao lado preferido, a qual foi observável já aos 4 anos de idade e se manteve estável nas idades seguintes. As comparações posteriores para o efeito principal do fator Idade foram conduzidas através dos procedimentos de Newman-Keuls. Os resultados indicaram diferenças significativas entre a idade de quatro anos e a idades de oito e dez anos, o que está de acordo com a esperada tendência de desenvolvimento do padrão motor em direção a um modo mais evoluído de coordenação com o aumento da idade. Em relação ao efeito significativo para o fator Sexo, esses resultados mostraram que os meninos foram consistentemente superiores às meninas ao longo de todas as faixas etárias estudadas, de forma que já aos quatro anos de idade pôde-se observar tal superioridade de desempenho. Os contrastes para a interação entre os fatores Lado e Sexo indicaram não haver diferença entre os escores das meninas com o lado preferido e os escores dos meninos com o lado não-preferido, o que revela um padrão rudimentar de desenvolvimento para as meninas (Figura 3.1).

Como a assimetria lateral aparentemente foi mais acentuada para os meninos do que para as meninas aos quatro anos de idade, foi conduzida uma análise de variância de dois fatores para os índices de assimetria lateral, 2 (Sexo) x 4 (Idade). Nenhuma diferença significativa, entretanto, foi encontrada nessa análise ($ps > 0,1$), revelando ausência de diferença tanto na comparação entre meninos e meninas quanto entre as diferentes idades estudadas (Figura 3.2).

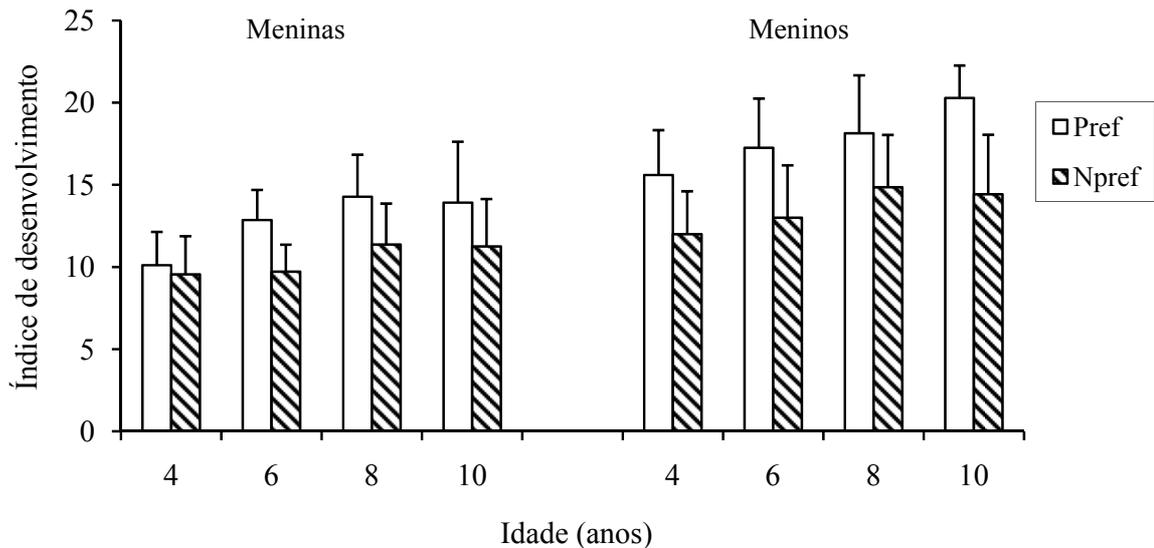


Figura 3.1 – Índice geral de desenvolvimento na habilidade de arremessar para meninas (F) e meninos (M), no desempenho com o lado preferido (P) e não-preferido (Np) do corpo.

Informação adicional sobre o loco das assimetrias foi obtida pela análise por componentes do movimento na execução com cada lado do corpo. A Figura 3.3 mostra que, a despeito de diferenças significativas entre os padrões motores globais produzidos com os lados dominante e não-dominante, a análise dos componentes da ação revelou que a assimetria de desempenho foi restrita a apenas alguns componentes. Houve uma tendência geral através das idades de simetria de desempenho em metade dos componentes, revelando que a assimetria de desempenho observada no padrão global foi devida a um comportamento assimétrico em apenas parte dos componentes. Ainda, exceto para o componente “preparação do tronco”, que mostrou ser regularmente assimétrico tanto nos meninos quanto nas meninas, não houve assimetrias sistemáticas em componentes particulares da ação.

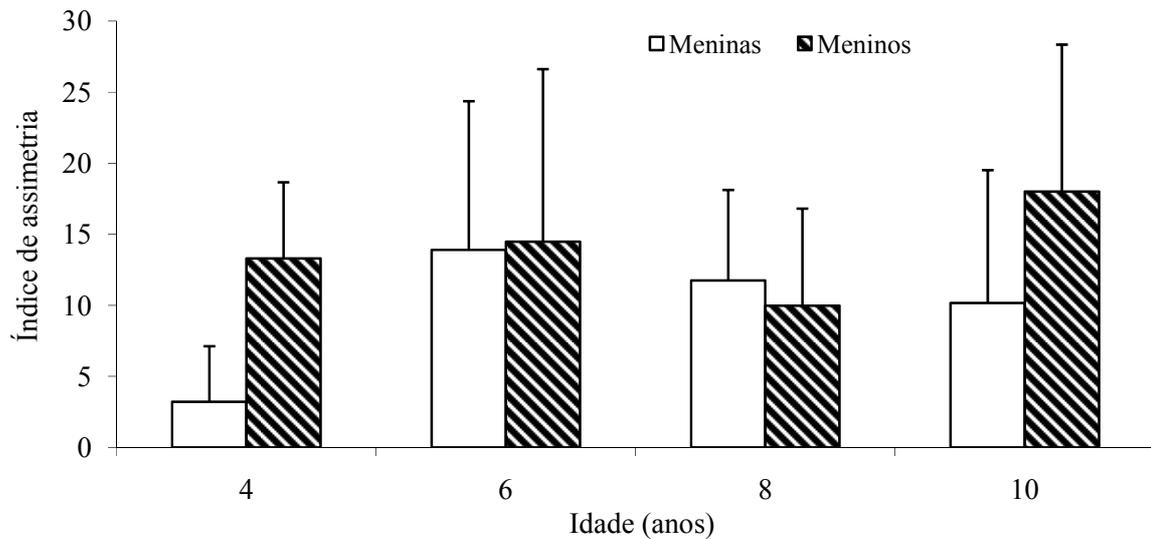


Figura 3.2 – Índice de assimetria lateral de desempenho para crianças do sexo masculino e feminino entre quatro e dez anos de idade.

As assimetrias laterais de preferência foram analisadas através dos índices algébrico e absoluto através de estatística não-paramétrica. Comparações entre modalidades de preferência (visual x pedal x ocular) para cada idade foi conduzida através do teste de Friedman, com contrastes discriminantes realizados com a prova de Wilcoxon. Comparações entre as idades para cada modalidade de preferência foi conduzida através da análise de variância de um fator de Kruskal-Wallis.

As análises dos índices de assimetria algébrico e absoluto indicaram níveis diferentes de assimetria lateral, os quais foram estáveis através das idades. Para o índice algébrico houve uma tendência de três níveis distintos de preferência (Figura 3.4a), com preferência manual atingindo os escores mais altos, entre 70 e 98, preferência pedal em um platô mais baixo, entre 22 e 44, e preferência ocular com os valores mais baixos, entre -2 e 26. Os testes de Friedman indicaram diferenças significativas entre as modalidades de preferência em todas as idades [$\chi_{Fs}^2(2) > 11,60, ps < 0,005$]. Comparações pareadas discriminantes indicaram diferenças significativas entre preferência manual e as demais modalidades em todas as idades ($Zs > 2,8, ps < 0,005$), e diferença significativa entre preferência pedal e ocular apenas na idade de oito anos ($Z = 2,12, p < 0,05$). As comparações entre as idades para cada modalidade de preferência não indicou qualquer diferença significativa [$Hs(3,70) < 3,00, ps > 0,4$].

A análise do índice absoluto de preferência lateral mostrou resultados semelhantes, com um efeito significativo para Modalidade de preferência [$\chi_{Fs}^2(2) > 9,00, ps < 0,05$]. Os contrastes pareados indicaram diferenças significativas em todas as comparações envolvendo preferência manual ($Zs > 2,5, ps < 0,025$), e para comparações entre preferência ocular e pedal nas idades de seis e oito anos ($Zs > 1,9, ps < 0,05$). A prova de Kruskal-Wallis não indicou qualquer diferença entre idades para cada modalidade de preferência [$Hs(3,70) < 5,00, ps > 0,2$] (Figura 3.4b).

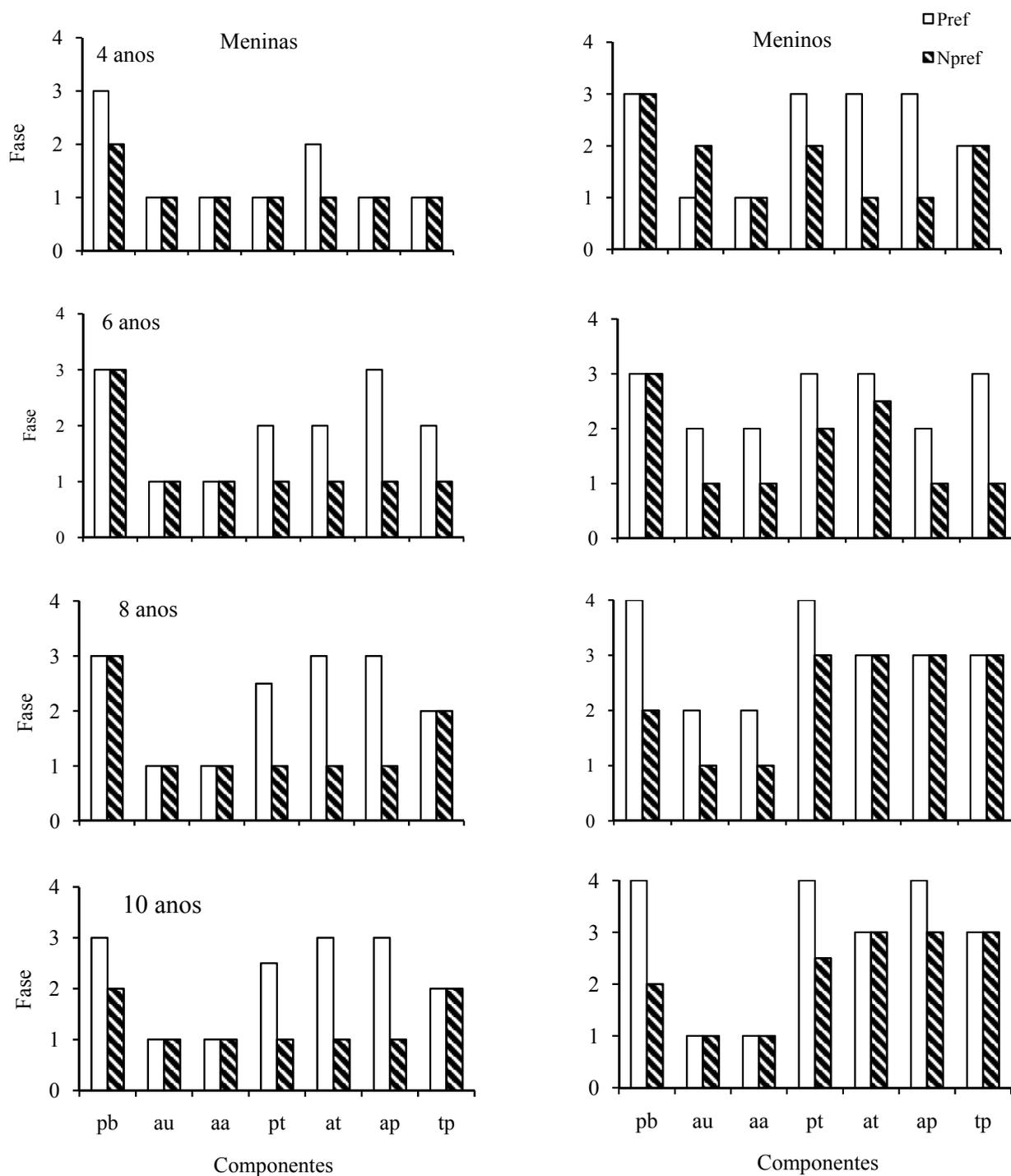


Figura 3.3 – Nível de desenvolvimento em cada componente do arremesso, para os lados preferido e não-preferido, em função de sexo e idade; pb: preparação do braço, au: ação do úmero, aa: ação do antebraço, pt: preparação do tronco, at: ação do tronco, ap: ação da perna, tp: transferência de peso.

As comparações dos índices algébrico e absoluto de preferência lateral indicam que os baixos índices algébricos para preferência ocular foram devidos à grande variabilidade direcional (lado de preferência) intragrupal, uma vez que os índices absolutos foram maiores para preferência ocular do que para preferência pedal através das idades, revertendo a tendência observada na análise do índice algébrico. As preferências manual e pedal, por outro lado, mostraram apenas pequenas diferenças na comparação entre os índices algébrico e absoluto, revelando uma preferência mais bem definida para o lado direito no uso das mãos e dos pés independentemente da idade.

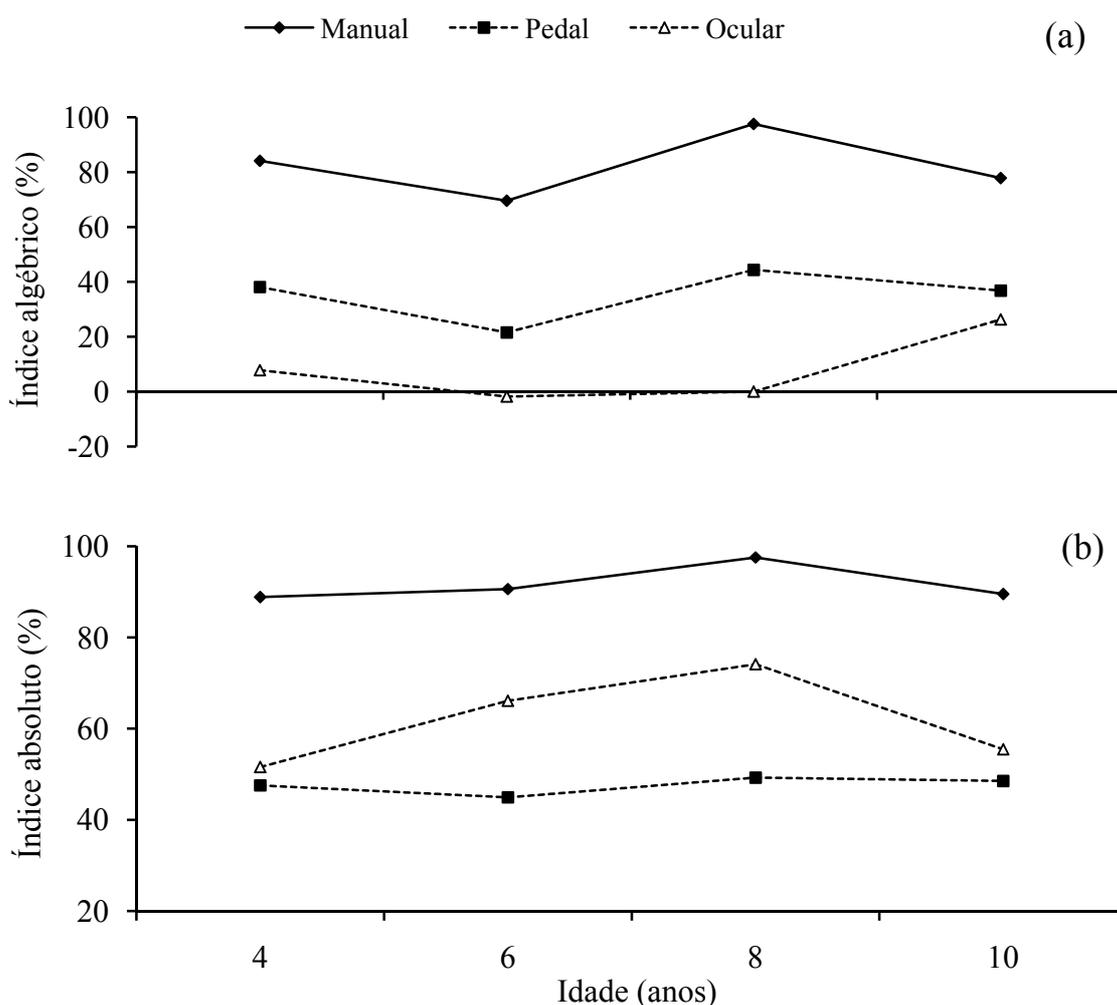


Figura 3.4 – Índices (a) algébricos e (b) absolutos de preferência manual, pedal e ocular para as faixas etárias de 4, 6, 8 e 10 anos.

Com o propósito de saber em que extensão as assimetrias laterais observadas são expressão de um fator único, ou contrariamente específico à tarefa ou modalidade, foram feitas análises de correlação de Spearman entre os desempenhos com os lados preferido e não-preferido, entre os índices de preferência manual e de assimetria lateral de desempenho, e entre os índices de preferência lateral. Os resultados (Tabela 3.2) indicaram valores

significativos de correlação através das idades somente para os desempenhos com os lados preferido e não-preferido (Figura 3.5), enquanto as correlações envolvendo índices de preferência lateral foram consistentemente baixos.

Tabela 3.2 – Índices de correlação de Spearman (r_s^2 entre parênteses) entre (a) desempenhos com os lados preferido e não-preferido do corpo, (b) índices de preferência manual e de assimetria de desempenho, (c) índices de preferência manual e de preferência pedal, (d) índices de preferência manual e de preferência ocular, e (e) índices de preferência pedal e ocular. Os cálculos foram feitos para cada idade, assim como para a amostra geral, independentemente da idade ($p < 0,05$).*

	4 anos		6 anos		8 anos		10 anos			
Geral										
(a) P-Np	0,91*	(0,82)	0,56*	(0,31)	0,88*	(0,77)	0,70*	(0,49)	0,74*	(0,54)
(b) Pm-AD	-0,36	(0,13)	0,25	(0,06)	0,24	(0,06)	-0,11	(0,01)	0,01	(0,01)
(c) Pm-Pp	-0,13	(0,20)	0,61*	(0,37)	0,29	(0,08)	0,12	(0,01)	0,23	(0,05)
(d) Pm-Po	0,17	(0,03)	0,16	(0,03)	0,08	(0,01)	0,45*	(0,21)	0,20	(0,04)
(e) Pp-Po	0,39	(0,14)	0,36	(0,13)	0,21	(0,04)	-0,10	(0,01)	0,22	(0,05)

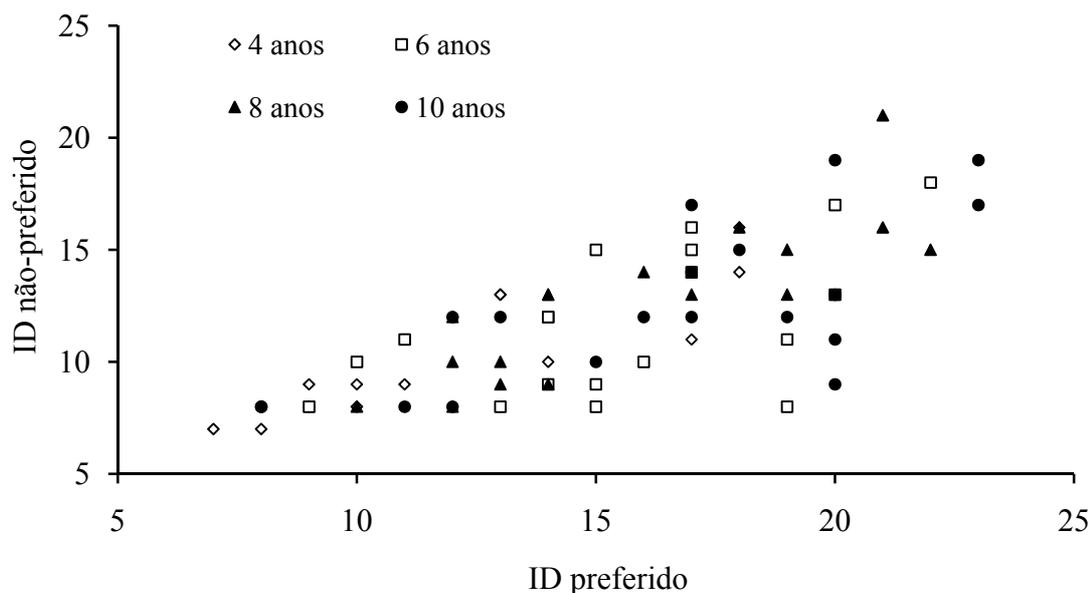


Figura 3.5 - Associação entre os índices gerais de desenvolvimento (ID) na habilidade motora de arremessar com os lados preferido e não-preferido do corpo para cada faixa etária.

Discussão

A análise do padrão de movimento mostrou ser uma medida sensível o bastante para detectar as diferenças qualitativas no modo de coordenação entre as diferentes faixas etárias, como demonstrado inicialmente por Robertson (1978). Essa melhoria progressiva em diferentes componentes do movimento, indicado pelo índice geral de desenvolvimento, foi observada para meninos e meninas, assim como para os lados preferido e não-preferido do corpo. Uma das diferenças mais expressivas foi observada na comparação entre os sexos. Já aos quatro anos de idade os meninos apresentaram escores mais elevados do que as meninas, principalmente em relação ao lado preferido, diferença que se manteve constante até os dez anos. Interessante notar que aos dez anos de idade as meninas só conseguiram atingir o nível de desenvolvimento que os meninos atingiram aos quatro anos, sendo que o desempenho com o lado preferido das meninas foi equivalente ao desempenho dos meninos com o lado não-preferido em cada idade. Tais resultados revelam tratar-se de dois grupos com desempenho nitidamente diferenciado nesta tarefa motora, ampliando a generalização de resultados de pesquisas anteriores com crianças norte-americanas mostrando que essa diferença de desempenho entre os sexos aparece precocemente durante o desenvolvimento motor (Butterfield & Loovis, 1998; Nelson, Thomas, Nelson & Abraham, 1986). Adicionalmente, a tendência para ampliação da diferença entre os sexos com o aumento da idade encontrada por Nelson, Thomas e Nelson (1991) foi também observada nos resultados aqui relatados, particularmente na transição de oito para dez anos, período em que os meninos ainda estavam desenvolvendo o padrão de movimento enquanto as meninas

estabilizaram a qualidade de execução do arremesso. Quando se trata da distância atingida no arremesso, a superioridade de desempenho dos meninos em relação às meninas é atribuída parcialmente a diferenças corporais tais como diâmetro articular, força e proporção de tecido adiposo (Nelson et al., 1986). Os dados aqui apresentados, entretanto, indicam que um dos principais elementos diferenciadores de desempenho reside nas estruturas coordenativas desenvolvidas para lidar com as exigências particulares dessa tarefa motora, o que redundava em padrões de movimento qualitativamente superiores.

No que se refere à assimetria de desempenho, a diferença significativa entre os desempenhos com os lados preferido e não-preferido do corpo dos quatro anos de idade em diante revela que a assimetria lateral de desempenho manifesta-se precocemente em habilidades motoras globais e, diferentemente dos resultados relativos a habilidades motoras globais apresentados por Denckla (1974), mantém-se estável nos anos subseqüentes da infância. Considerando-se que para adquirir habilidades motoras, independentemente do lado do corpo, um requisito fundamental é prática, estes achados colocam duas questões importantes. Primeiramente, qual é a origem de tal assimetria de desempenho? Em segundo, como se está lidando com uma habilidade motora caracterizada por uma nítida assimetria lateral de desempenho desde a primeira idade estudada, além do fato de que uma forte preferência lateral também foi observada nesta idade, poder-se-ia assumir que a grande maioria das experiências práticas nesta tarefa durante a infância foi realizada com o lado preferido. À medida que o índice de assimetria lateral não passou por variações significativas durante o período estudado, o que produziu o desenvolvimento do padrão de movimento com o lado não-preferido?

Orientando o foco da discussão à origem da assimetria de desempenho, uma possível explicação é que ela é o resultado de disposições genéticas que se manifestam ao longo do processo de desenvolvimento. Dominância lateral é uma propriedade que está inserida no código genético, a qual é transmitida de geração à geração. A lateralidade, assim, seria muito pouco influenciada por fatores ambientais, a menos que lesões sérias e de longa duração ocorressem no sistema neuromuscular dominante (cf. Bryden, 1990). Uma explicação alternativa é que as assimetrias laterais são produzidas como resultado da história de vida de um indivíduo. Se existem influências genéticas sobre este fator elas não são fortes o suficiente para superar a força dos eventos ambientais. O estabelecimento precoce de preferência lateral leva o indivíduo a ter quantidades diferentes de experiências entre os dois lados do corpo, gerando ganhos diferenciais de competência no uso dos sistemas sensorial, motor e muscular. Em outras palavras, assimetrias laterais de desempenho têm sido concebidas como específicas à tarefa (Provins, 1997). Resultados de pesquisa têm dado suporte à segunda proposição.

Em uma tarefa de controle de mouse de computador, Peters e Ivanoff (1999) observaram que indivíduos destros e canhotos, com prática extensiva com a mão direita na

manipulação do mouse, apresentaram resultados similares na comparação entre os desempenhos com as mãos direita e esquerda na tarefa de toque em alvo com um mouse para um alvo em tela de computador. Os resultados mostraram desempenho superior com a mão direita independentemente da preferência lateral, resultando em uma relação similar entre as mãos na comparação entre os grupos. Um terceiro grupo de canhotos com prática com a mão esquerda, que serviu como controle, executou a tarefa melhor com sua mão esquerda. Tais achados conduziram à conclusão de que a assimetria de desempenho foi determinada pela prática unilateral específica ao invés de algum tipo de prescrição endógena. Resultados análogos foram encontrados na aprendizagem de tarefas motoras envolvendo antecipação de coincidência e controle de força (Teixeira, 2000) e no agarrar um objeto móvel (Teixeira, 1999). Nesses estudos metade dos participantes praticaram uma tarefa com sua mão preferida e a outra metade com a mão não-preferida, o que foi seguido por um teste de transferência intermanual de aprendizagem. Os aspectos comuns através dos experimentos foram as similaridades entre as taxas de aprendizagem e os escores máximos atingidos na comparação entre os desempenhos com as mãos preferida e não-preferida. Outro ponto de interesse nesses resultados foi que a tarefa de transferência intermanual levou a declínios similares de desempenho entre as mãos, gerando assimetria lateral de desempenho favorável à mão empregada na prática. Em conjunto, esses resultados indicam a força da influência ambiental na formação de assimetrias laterais de desempenho, e sugerem que a explicação para a assimetria lateral observada no arremesso de força reside na diferença de prática com os lados preferido e não-preferido do corpo.

Em reação à questão da causa de estabilidade de assimetrias laterais durante toda a infância, a resposta parece estar na transferência interlateral de aprendizagem, com a proficiência adquirida com o uso de um lado do corpo sendo parcialmente transferida para o lado contrário. Um aspecto dos resultados que suporta esse argumento é a alta correlação entre os desempenhos com os lados preferido e não-preferido, indicando uma associação entre eles. Resultados análogos foram encontrados por Teixeira, Chaves, Silva e Carvalho (1998) em tarefas motoras relacionadas ao futebol. Nesse estudo, o desempenho em driblar a bola entre obstáculos, e no chute de precisão e de distância foram medidos em adolescentes entre 12 e 16 anos de idade envolvidos em um programa de treinamento de futebol. Os resultados mostraram que, mesmo para essas tarefas motoras praticadas com grande regularidade, as assimetrias laterais de desempenho foram estáveis através das idades, com correlações significativas entre os desempenhos com as pernas preferida e não-preferida (cf. também Annett, 1970). Portanto, uma conclusão importante dos resultados aqui relatados é que o padrão motor de arremesso para força é desenvolvido bilateralmente durante a infância, supostamente a partir de experiências motoras unilaterais. Essa parece ser uma propriedade geral do sistema motor humano, a qual previne um infinito aumento de assimetrias motoras devido à prática unilateral.

O outro componente da lateralidade a merecer atenção neste estudo foi a preferência lateral. Em relação a essa variável, pode-se sintetizar os resultados encontrados da seguinte maneira: (a) preferência lateral bem definida para movimentos manuais, enquanto as preferências pedais e oculares mostraram ser mais fracas; (b) as diferenças entre os índices de preferência lateral estão estabelecidas já aos quatro anos de idade, e existem apenas flutuações não-significativas nesses índices até a idade de dez anos; (c) baixa correlação entre os índices de preferência lateral; e (d) baixa correlação entre o índice de preferência manual e o índice de assimetria lateral de desempenho.

Preferência lateral definida no desenvolvimento motor foi relatada mesmo em idades anteriores a estas aqui estudadas (cf. Ingram, 1975). Além disso, tais assimetrias são estáveis pelo menos durante a segunda metade da infância (Rigal, 1992). Similar estabilidade de preferência lateral foi observada nos presentes resultados. Particularmente para o índice de preferência manual, o alto índice de assimetria lateral observado na idade de quatro anos não deixou muito espaço para incremento nas idades subseqüentes. Para os índices de preferência ocular e pedal, por outro lado, os baixos valores observados para a maioria do período infantil sugere que as experiências sensório-motoras durante essa época não contribuem para gerar uma definição mais nítida da preferência lateral. Ainda, as baixas correlações entre os índices de preferência lateral indicam que esse é um componente multidimensional da lateralidade humana, ao invés da expressão de um fator único (cf. Porac, Coren, Steiger & Duncan, 1980).

Outro resultado de interesse foi a baixa correlação entre os índices de preferência lateral e o índice de assimetria de desempenho através das idades. Esse achado é consistente com resultados de pesquisas prévias com adultos (Teixeira & Paroli, 2000), e indica que assimetrias de desempenho e de preferência constituem dois fatores independentes da lateralidade humana. Provins (1997) sugeriu que o aumento de confiança no uso de uma das mãos devido ao seu uso mais freqüente em tarefas cotidianas pode ter um efeito generalizante. Quanto mais proficiência é adquirida com a mão preferida em habilidades motoras familiares, pode-se ter maior confiança na capacidade de desempenho superior com essa mão em qualquer outra tarefa motora, independentemente da similaridade entre a nova tarefa e aquelas já praticadas. Quando o desempenho em tarefas motoras novas é considerado, entretanto, a maior confiança no lado preferido não é acompanhada por correspondente superioridade de desempenho com aquele lado. A conseqüência desse processo é o estabelecimento de uma preferência lateral bem definida, ao menos para tarefas manuais, enquanto assimetrias de desempenho são específicas à tarefa e possivelmente resultantes da quantidade diferencial de prática entre os dois lados do corpo.

Como conclusão geral, esses achados apontam para um paradoxo no desenvolvimento da lateralidade humana. Ao mesmo tempo que seres humanos são caracterizados por possuir assimetrias laterais de preferência bem-definidas, o que leva ao uso mais freqüente dos

membros preferidos, existem mecanismos que previnem um desenvolvimento motor estritamente assimétrico (unilateral) conforme as habilidades motoras são praticadas apenas com o lado preferido do corpo. Quando se adquire proficiência em uma tarefa motora particular com um segmento corporal o desempenho com o membro contralateral homólogo melhora também. Essa parece ser uma propriedade geral de desenvolvimento motor, a qual é válida tanto para habilidades motoras simples quanto para padrões globais de movimento.

Referências

- Annett, M. (1970). The growth of manual preference and speed. The British Journal of Psychology, 61(4), 545-558.
- Bryden, M.P. (1990). Choosing sides: The left and right of the normal brain. Canadian Psychology, 31(4), 297-309.
- Bruml, H. (1972). Age changes in preference and skill measures of handedness. Perceptual and Motor Skills, 34, 3-13.
- Butterfield, S.A., & Loovis, E.M. (1998). Kicking, catching, throwing and striking development by children in grades K-8: Preliminary findings. Journal of Human Movement Studies, 34, 67-81.
- Denckla, M.B. (1974). Development of motor co-ordination in normal children. Developmental Medicine and Child Neurology, 16, 720-742.
- Ingram, D. (1975). Motor asymmetries in young children. Neuropsychologia, 13, 95-102.
- Nelson, K.R., Thomas, J.R., & Nelson, J.K. (1991). Longitudinal change in throwing performance: Gender differences. Research Quarterly for Exercise and Sport, 62(1), 105-108.
- Nelson, J.K., Thomas, J.R., Nelson, K.R., & Abraham, P.C. (1986). Gender differences in children's throwing performance: Biology and environment. Research Quarterly for Exercise and Sport, 57(4), 280-287.
- Porac, C., Coren, S., & Duncan, P. (1980). Life-span age trends in laterality. Journal of Gerontology, 35(5), 715-721.
- Provins, K.A. (1997). The specificity of motor skill and manual asymmetry: A review of the evidence and its implications. Journal of Motor Behavior, 29, 183-192.

- Rigal, R. (1992). Which handedness: Preference or performance? Perceptual and Motor Skills, 75, 851-866.
- Robertson, M.A. (1977). Stability of stage categorizations across trials: Implications for the 'stage theory' of overarm throw development. Journal of Human Movement Studies, 3, 49-59.
- Robertson, M.A. (1978). Longitudinal evidence for developmental stages in the forceful overarm throw. Journal of Human Movement Studies, 4, 167-175.
- Robertson, M.A., & Halverson, L. (1984). Developing children: Their changing movement. Philadelphia, Lea & Febiger.
- Teixeira, L.A. (1999). On what is transferred to one hand when grasping a moving ball is learnt with the other hand. Ciência e Cultura, 51, 42-45.
- Teixeira, L.A. (2000). Timing and force components in bilateral transfer of learning. Brain and Cognition, 44, 455-469.
- Teixeira, L.A., Chaves, C.E.O., Silva, M.V.M., & Carvalho, M.A. (1998). Assimetrias laterais no desempenho de habilidades motoras relacionadas ao futebol [Lateral asymmetries in the performance on motor skills related to soccer]. Kinesis, 20, 77-92.