

1 INTRODUÇÃO

O corpo humano é bilateralmente simétrico apenas na aparência, pois os membros e os órgãos do sentido são usados assimetricamente. Em tarefas como escrever ou arremessar uma bola, por exemplo, os indivíduos demonstram uma consistente preferência para o uso de uma das mãos; as preferências podal, ocular e auditiva são manifestadas ao chutar uma bola, ao olhar em um telescópio e ao colocar o ouvido contra um relógio para ouvir sua batida (PORAC, COREN, STEIGER & DUNCAN, 1980). A esses aspectos relativos aos lados direito e esquerdo do corpo está associado o conceito de lateralidade. Além das preferências laterais observam-se ainda as assimetrias de desempenho em ações motoras, que correspondem a um desempenho superior com um lado do corpo em relação ao outro. As relações entre essas duas dimensões da lateralidade serão abordadas nesse estudo.

Em relação ao estabelecimento de assimetrias laterais – preferência e desempenho – ao longo do processo de desenvolvimento humano, um aspecto paradoxal chama a atenção: o fato de coexistirem duas tendências agindo em sentidos opostos. Ao mesmo tempo em que os humanos demonstram uma tendência na direção à preferência de uso do lado direito do corpo, com aproximadamente 90% das diferentes populações tendo preferência manual direita (GILBERT & WYSOCKI, 1992; REIB & REIB, 1997), preferência que se acentua ao longo da vida (PORAC et al., 1980; TEIXEIRA, 2001), existem simultaneamente mecanismos prevenindo que a prática unilateral gere assimetrias crescentes de desempenho motor. Essa observação foi feita por TEIXEIRA e GASparetto (2002) em uma investigação enfocando o desenvolvimento do arremesso de potência em crianças de seis a 10 anos de idade. Nesse estudo foi observado que, apesar de ser uma tarefa com prática unicamente unilateral em condições naturais, a magnitude de assimetrias de desempenho se manteve inalterada ao longo das idades avaliadas. Tal manutenção das assimetrias de desempenho foi observada a despeito de haver preferências manuais muito bem definidas desde os quatro anos de idade.

Questões relacionadas às preferências laterais têm atraído cientistas há muitas décadas, particularmente no que diz respeito à origem dessa tendência bem definida pelo uso do lado direito do corpo. Para explicar esse fenômeno têm sido propostos modelos genéticos (ANNETT, 1978; LEVY, 1976) que defendem a existência de um fator determinístico direcionando as preferências laterais. Uma visão alternativa é de que a lateralidade humana é um fenômeno cuja origem se encontra em pressões culturais, influências sociais ou motivações ambientais (COLLINS, 1975) ou na experiência e aprendizagem (PROVINS, 1997a). A partir de tais proposições, existem razões para se acreditar que a lateralidade não pode ser adequadamente descrita através de uma dimensão única, com uma só origem. Segundo PORAC et al. (1980), a lateralidade humana é um fenômeno multifatorial e o comportamento da preferência lateral surge de uma variedade de mecanismos.

Vários estudos têm sido realizados na tentativa de compreender o fenômeno da preferência manual, mas segundo PETERS (1988) as questões relacionadas à preferência e ao desempenho dos membros inferiores têm sido negligenciadas, o que não se justifica em função do interesse no contexto de esportes, dança, uso de instrumentos musicais e operação de máquinas. Uma questão que permanece intocada é se a lateralidade podal segue o mesmo perfil de desenvolvimento que tem sido observado nas investigações sobre assimetrias manuais. À medida que a inervação, o uso no desempenho motor e a preferência lateral das pernas são expressivamente distintos em relação aos das mãos (TEIXEIRA & GASPARETTO, 2002), é possível que a lateralidade podal siga um curso particular de desenvolvimento. Por outro lado, se houver uma tendência geral de manutenção de assimetrias interlaterais, independente do membro efetor, deve-se observar uma assimetria de desempenho podal relativamente estável, mesmo havendo prática predominantemente unilateral em uma determinada tarefa motora. Tendo em vista as lacunas relacionadas ao entendimento da podalidade, um dos propósitos desse estudo foi verificar o comportamento das assimetrias interlaterais de desempenho em crianças que praticam freqüentemente futebol. Outro aspecto de interesse em relação a esse tema é se o maior uso da perna preferida aumenta a magnitude da preferência com o avanço da idade.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Lateralidade é um termo comumente usado para descrever um comportamento assimétrico no uso do lado direito e esquerdo do corpo. Em relação ao uso das mãos usa-se o termo *manualidade*, que é definido por COREN, PORAC e DUNCAN (1981) como uma preferência consistente no uso de uma das mãos em tarefas unimanuais. A manualidade é apenas a dimensão mais evidente da lateralidade. Existem ainda outros comportamentos em que os seres humanos manifestam preferências laterais: quando utilizam preferencialmente um dos pés, um dos olhos e um dos ouvidos em tarefas com necessidade de escolha. Tais preferências correspondem a outras dimensões da lateralidade humana, respectivamente, *podalidade*, *ocularidade* e *auricularidade*. Além das preferências sensoriais e motoras observadas, o comportamento motor compreende ainda uma outra dimensão – as assimetrias de desempenho apresentadas entre os segmentos corporais do lado direito e esquerdo.

Uma definição de lateralidade que aborda as diferentes dimensões desse comportamento foi elaborada por PREILOWSKI (1993), segundo a qual a *lateralidade* expressa assimetrias morfológicas ou funcionais relativamente permanentes do sistema nervoso, bem como todos os comportamentos assimétricos diretamente relacionados a essas assimetrias. O mesmo autor enfatiza que além da preferência lateral existe uma dimensão qualitativa da lateralidade que se refere à diferença de desempenho apresentada pelos segmentos corporais. A distinção entre essas duas dimensões é importante porque, como a preferência manual é um comportamento assimétrico facilmente observável com aproximadamente 90% da população apresentando uma tendência para ao lado direito, muitas vezes assume-se a priori que o desempenho motor em geral é superior com o membro preferido, idéia que não está de acordo com resultados de pesquisa que têm indicado que essas duas dimensões nem sempre estão associadas. (cf. BARNSLEY & RABINOVITCH, 1970; RIGAL, 1992). A preferência manifestada com um membro em determinada tarefa, a diferença de proficiência entre os lados do corpo e a associação entre preferência e desempenho dependem de inúmeros fatores, tais como: tipo de tarefa e sua complexidade, fase do desenvolvimento, experiência,

aprendizagem e contexto. A influência desses fatores na lateralidade tem sido descrita nas pesquisas cujos resultados serão apresentados oportunamente.

Como a lateralidade humana é um fenômeno complexo, para um melhor entendimento de suas dimensões, e relações entre elas, essa revisão de literatura está dividida nos seguintes tópicos: desenvolvimento das assimetrias interlaterais, relação entre preferência e desempenho, variação das assimetrias interlaterais em função da prática, variação da preferência em função do contexto e da complexidade da tarefa e desenvolvimento da podalidade.

2.1 Desenvolvimento das assimetrias interlaterais

Uma forma de esclarecer as questões relacionadas às assimetrias interlaterais tem sido investigar tanto a preferência lateral quanto a assimetria de desempenho, bem como suas relações com o avanço da idade. A existência de assimetrias funcionais pode ser observada claramente desde os primeiros dias de vida. CIONI e PELLEGRINETTI (1982) observaram que os recém-nascidos de pais destros apresentavam uma tendência de ficar por mais tempo com a cabeça voltada para o lado direito do que para o esquerdo, como também apresentavam uma freqüência mais alta de respostas com a perna direita nas reações de deslocamento. Resultados similares foram encontrados em um estudo de MICHEL e HARKINS (1986), em que a maioria dos recém-nascidos avaliados manteve nos primeiros dois meses uma preferência estável de uso manual pelo mesmo lado em que suas cabeças eram mantidas, tanto na posição sentada como na supina. Bebês que preferiram orientar a cabeça para o lado direito durante os primeiros dois meses mostraram preferência de uso da mão direita no período de três a 18 meses e vice-versa. Ainda sobre esse tema, HEPPER, WELLS e LYNCH (2004) conduziram um estudo muito interessante com fetos. Eles observaram a preferência manual para chupar o dedo em 75 fetos e a preferência manual dos mesmos indivíduos cerca de uma década depois. Os 60 fetos que apresentaram preferência manual direita manifestaram a mesma tendência anos depois, tendo sido avaliados através de uma versão modificada do inventário de Edimburgo (OLDFIELD, 1971).

Pesquisas têm mostrado que existe não apenas preferência por um dos lados do corpo já definida precocemente durante o desenvolvimento motor, como também um desempenho motor coerente com a preferência lateral. Isso foi verificado por PETRIE e PETERS (1980) em atividades de manipulação de objetos. Os pesquisadores permitiram que bebês entre duas e três semanas de vida manuseassem um objeto com um sensor de força embutido e analisaram a duração das ações manipulativas e a força de preensão exercida pelos bebês. Os resultados indicaram que tanto em termos de tempo de preensão quanto de força aplicada na preensão do objeto houve assimetria de desempenho favorável à mão direita.

Quando a análise do comportamento motor é centrada na qualidade de controle dos movimentos, também têm sido encontradas assimetrias laterais de desempenho precocemente no desenvolvimento motor. MORANGE-MAJOUX, PEZE e BLOCH (2000) realizaram uma análise cinemática dos movimentos de alcançar um objeto em bebês entre 20 e 32 semanas de idade. Os resultados mostraram que os movimentos executados com o braço direito tiveram tempo de movimento mais curto, foram mais consistentemente orientados em direção ao alvo e apresentaram menor número de mudanças corretivas de direção em comparação ao desempenho com o braço esquerdo.

Assimetria de desempenho motor numa perspectiva de desenvolvimento foi analisada por ANNELL (1970) em um estudo em que foi avaliada a velocidade de movimento em uma tarefa de encaixe de pinos em um tabuleiro com participantes de 3,5 a 15 anos de idade. A assimetria de desempenho detectada aos 3,5 anos, idade em que a tarefa foi completada em um menor período de tempo com a mão direita do que com a mão esquerda, manteve-se estável nas idades subsequentes. O desempenho com a mão direita e esquerda melhorou aproximadamente na mesma magnitude, mantendo o índice de assimetria manual estável. Similar manutenção de assimetria motora com o aumento da idade também foi encontrada por TEIXEIRA e GASPERETTO (2002) na tarefa de arremesso de potência, em um estudo com crianças de quatro a 10 anos de idade. Tais achados são indicativos de que ao mesmo tempo em que existem fatores gerando assimetrias de desempenho entre os membros, há mecanismos reguladores de controle motor que impedem que as assimetrias sejam amplificadas indefinidamente.

Em geral, os estudos relatados acima mostram um padrão similar de desenvolvimento da lateralidade, com emergência precoce de assimetrias de desempenho e manutenção da diferença relativa da capacidade de controle de cada mão com o avançar da idade. No entanto, estudo recente chegou a resultados contraditórios em relação aos achados de ANNETT (1970), segundo os quais a assimetria motora se mantém estável com o aumento da idade. BRYDEN e ROY (2005) verificaram a mudança de desempenho das mãos relacionada ao avanço da idade utilizando o paradigma de ANNETT (1970). A idade dos sujeitos avaliados foi ampliada, entre três e 24 anos, e como esperado foi encontrado desempenho favorável à mão direita. No entanto, houve uma tendência da diferença de desempenho entre as mãos (assimetria) ser menor nos adultos do que nas crianças, ou seja, houve variação em função da idade. Os resultados desse estudo, segundo BRYDEN e ROY (2005), por envolver indivíduos adultos, pode refletir mudanças estruturais dos hemisférios cerebrais e influências ambientais mais pronunciadas do que as observadas nas crianças.

Quando se avalia um espectro maior de habilidades motoras percebe-se também que o índice de assimetria manual estável com o avançar da idade não é um padrão universal. Essa conclusão foi tirada a partir de um estudo conduzido por DENCKLA (1974), no qual foi ampliada a quantidade de tarefas motoras estudadas. Foram empregadas tarefas de controle manual (movimentos repetitivos rápidos), controle podal (toques repetitivos rápidos no solo) e tarefas motoras globais, envolvendo o controle do corpo como um todo (equilíbrio sobre um dos pés e saltos sucessivos com uma das pernas). O desempenho foi avaliado em relação ao tempo gasto para completar cada tarefa e a qualidade dos movimentos realizados. As crianças avaliadas eram destras na faixa etária de cinco a 11 anos. A análise dos resultados indicou que nas tarefas envolvendo velocidade de execução, tanto com as mãos quanto com os pés, os movimentos com o lado direito do corpo foram mais rápidos do que com o lado esquerdo, embora as diferenças individuais tenham sido bastante reduzidas em todas as faixas etárias. A avaliação do desempenho nas tarefas motoras globais, diferentemente, indicou uma fase inicial de emergência unilateral da habilidade, enquanto que na fase seguinte o perfil passou a ser predominantemente simétrico. Mais especificamente, após os seis anos de idade não

foram observadas mais diferenças significativas entre o desempenho com o lado preferido e o não-preferido.

Em conjunto os resultados das pesquisas apresentadas indicam que a magnitude da assimetria entre os membros é variável e específica à tarefa. Aspectos relativos à especificidade da tarefa, complexidade, contexto, bem como a influência da prática nas assimetrias interlaterais, serão abordados mais detalhadamente nas seções seguintes.

2.2 Relação entre preferência e desempenho

Como é possível verificar nos estudos comentados na seção anterior, a manualidade tem sido avaliada em suas duas dimensões – preferência e desempenho. A preferência está relacionada à escolha de uma das mãos para a realização de uma tarefa, enquanto que as medidas de desempenho se referem à mão com a qual se é mais proficiente na execução de determinada tarefa. Segundo TEIXEIRA e PAROLI (2000), a preferência manual freqüentemente é tratada como sinônimo de dominância lateral, conceito que expressa a supremacia de desempenho com um membro corporal em relação ao membro contralateral homólogo. O conceito de dominância lateral, por sua vez, traz usualmente inserida a concepção de que assimetrias interlaterais são prescrições que fazem parte do código genético, sendo assim pouco influenciáveis por fatores ambientais. As prescrições, portanto, determinariam a capacidade superior de um hemisfério cerebral em desempenhar uma determinada função, gerando assimetrias no comportamento. Pesquisas recentes têm enfocado a proficiência dos hemisférios para tipos específicos de processamento em diversas tarefas, buscando desta forma explicações para as assimetrias de preferência e desempenho a partir dessas assimetrias estruturais do sistema nervoso.

As vantagens da mão direita têm sido observadas na tarefa de toques manuais repetidos com máxima freqüência, com a mão direita apresentando menor variabilidade temporal e maior freqüência de toques (PETERS, 1976, 1980; TEIXEIRA & PAROLI, 2000) e na tarefa de toque balístico em um alvo, realizada com maior precisão e menor tempo de movimento com a mão direita (ROY & ELLIOTT,

1986; TODOR & CISNEROS, 1985). Vantagem com a mão esquerda (não-preferida), entretanto, tem sido encontrada em tarefas de tempo de reação de escolha (BARTHÉLÉMY & BOULINGUEZ, 2002; CARSON, CHUA, ELLIOTT & GOODMAN, 1990).

De acordo com diversos autores a vantagem da mão preferida em destros pode ser explicada pela grande eficiência da mão direita/hemisfério esquerdo no uso de feedback visual (CARSON, 1989; ELLIOTT, CHUA, POLLOCK & LYONS, 1995; FLOWERS, 1975), na capacidade de gerar movimentos com menor variabilidade efetora (PETERS & DURDING, 1979; TODOR & KYPRIE, 1980), no menor número de correções efetuadas na trajetória até acertar o alvo (ANNETT, ANNETT, HUDSON & TURNER, 1979; CARSON, GOODMAN, CHUA & ELLIOTT, 1993; TODOR & CISNEROS, 1985) e na especialização para a organização e controle de movimentos seqüenciais (EDWARDS & ELLIOTT, 1987; WATSON & KIMURA, 1989). A vantagem apresentada com a mão esquerda na tarefa de tempo de reação de escolha, segundo ELLIOTT, ROY, GOODMAN, CARSON, CHUA e MARAJ (1993), se deve ao acesso mais direto ao hemisfério cerebral direito, que é superior em estabelecer a organização de parâmetros espaciais do movimento com base em informações advindas do ambiente.

De uma forma geral, os resultados de pesquisas aqui relatados indicam assimetrias de desempenho nas tarefas de toques manuais repetitivos e toque em um alvo, e sugerem que nesses casos existem assimetrias cerebrais de ordem filogenética que dificilmente são superadas por prática (PETERS, 1981). Estudos realizados por PETERS (1976, 1980) corroboram essa suposição, pois apresentam fortes evidências indicando que na tarefa de toques manuais repetitivos os movimentos da mão direta se mantêm mais rápidos e mais consistentes do que os movimentos da mão esquerda, mesmo após um período extensivo de treinamento com ambas as mãos.

Apesar das pesquisas prévias evidenciarem que as assimetrias entre os membros podem ser de ordem estrutural, a possibilidade de que esse fator determine a direção e o grau do uso habitual da mão foi avaliada criticamente por PROVINS (1997b). PROVINS (1997a, b) apresenta extensa revisão de literatura indicando que o desempenho apresentado pelos membros é específico à tarefa e nem sempre

favorável à mão direita, o que contraria a idéia de que a mão preferida (dominante) é na maioria das vezes a mais proficiente. Segundo o autor, a extensão e a consistência com que o uso assimétrico das duas mãos se desenvolve varia de uma tarefa para outra: tarefas simples que requerem pouco ou nenhum treinamento específico tendem a ser realizadas bem com as duas mãos, por crianças e por adultos. Por outro lado, em atividades manuais nas quais é necessária prática para se alcançar um alto grau de competência, o uso de um lado tende a se tornar mais consistente do que o outro e, portanto, mais proficiente. Assimetrias favoráveis ao membro preferido (direito) têm sido encontradas também em outras tarefas além daquelas já citadas, tais como: movimentos manipulativos finos relacionados à escrita (BOROD, CARON & KOLFF, 1984; PROVINS, MILNER & KERR, 1982), habilidades motoras complexas, tais como arremessar (WATSON & KIMURA, 1989) e chutar (TEIXEIRA, CHAVES, SILVA & CARVALHO, 1998). Algo característico dessas tarefas é que normalmente se acumula uma quantidade de prática diferencial com um dos membros, o que poderia explicar o melhor desempenho com o membro preferido, confirmando as suposições de PROVINS (1997b).

A influência do tipo de tarefa motora no estabelecimento de assimetrias interlaterais pode ser constatada em diversos estudos envolvendo membros superiores (p.e., BOROD, CARON & KOFF, 1984; SALAZAR & KNAPP, 1996; TEIXEIRA, 2001; TEIXEIRA & PAROLI, 2000). Além de influenciar o desempenho, o tipo de tarefa também pode influenciar a preferência manual. PROVINS, MILNER e KERR (1982) encontraram preferência bem definida para a escrita e o arremesso, enquanto que para tarefas de força a preferência por uma das mãos foi mais variável.

Os resultados dos estudos apresentados sugerem que, apesar de diferenças estruturais do sistema nervoso, que podem vir a favorecer um dos segmentos corporais em ações motoras, a preferência manual e a proficiência apresentada pelos membros podem ser específicas à tarefa, especialmente se essa habilidade envolver associação com treinamento prévio.

A seguir são apresentados resultados de pesquisa enfocando a influência da prática, a experiência ou aprendizagem no comportamento das assimetrias interlaterais.

2.3 Variação das assimetrias interlaterais em função da prática

Um estudo comparativo realizado por COREN, PORAC e DUNCAN (1981), analisando a preferência manual de pré-escolares e adultos, indicou que a preferência não é imutável e, aparentemente, se desenvolve com a idade. Existem mudanças na preferência em direção ao lado direito que aumentam ao longo da vida, tendência que segundo PORAC (1993) sugere o efeito de prática cumulativa que pode levar a um aumento de consistência por um dos lados. WELLER e LATIMER-SAYER (1985) acreditam que existe uma tendência ambiental que acaba por favorecer o lado direito, promovendo maiores quantidades de prática com a mão direita.

Estudos têm revelado que o ambiente e a experiência são capazes de estabelecer assimetrias de preferência e desempenho bem como modificá-las. Em relação a esse tema destacam-se inicialmente alguns estudos feitos com animais. WARREN (1958), por exemplo, avaliou a preferência lateral de gatos e macacos em três tarefas relacionadas ao transporte de alimento à boca. Essa avaliação foi conduzida em três fases ao longo de um ano, durante as quais os animais praticaram diariamente as tarefas experimentais. Para induzir a formação de preferência lateral, os ambientes de permanência dos animais foram assimetrizados, de forma que os alimentos eram dispostos em locais que só podiam ser alcançados com uma das patas/mãos. Para alguns animais a assimetria era induzida para o lado esquerdo, enquanto que para outros a indução era para o lado direito. Os resultados mostraram um aumento da preferência de uso da pata/mão induzido pelo ambiente assimétrico ou treinamento, efeito que persistiu por um período de várias semanas. Houve ainda durante o período do experimento um aumento da correlação entre a preferência para as tarefas de alimentação e outras tarefas para as quais o ambiente não foi assimetrizado. Tal observação revelou um efeito de generalização da preferência para além das tarefas praticadas unilateralmente.

COLLINS (1975) avaliou o comportamento de ratos com preferência estabelecida por uma das patas após assimetrização do local de onde os animais retiravam o alimento. Os resultados mostraram que a exposição a um ambiente no qual se podia obter alimento mais facilmente com uma das patas do que a outra

resultou na mudança de preferência em direção ao lado favorecido pelo ambiente. Em outro estudo com animais, MCGONIGLE e FLOOK (1978) investigaram a reversão da preferência estabelecida em macacos. Após a detecção da mão de preferência para tarefas de alcançar, os animais foram treinados em uma única tarefa de alcançar com a mão não-prefeita. Esse treinamento resultou na mudança da preferência manual, que foi observada por meio do uso da mão treinada (não-prefeita) em mais de 90% do tempo empregado na execução de tarefas manipulativas. Essa alteração da preferência para executar a tarefa foi mantida por um período de pelo menos sete semanas após o treinamento e também foi observada a mesma preferência manual na realização de outras tarefas cotidianas. Os resultados desses estudos indicam o importante papel desempenhado pela prática unilateral no desenvolvimento de assimetrias de preferência e o caráter dinâmico da lateralidade.

O impacto de fatores ambientais na determinação da preferência manual tem sido evidenciado também em seres humanos. PORAC, COREN e SEARLEMAN (1986) investigaram a preferência manual de adultos e os casos particulares de tentativa de mudança durante a infância da preferência original pela mão esquerda para preferência pela mão direita. Os resultados mostraram que 11,2% dos indivíduos sofreram algum tipo de pressão para modificar sua preferência e destes, 8% efetivamente modificaram sua preferência para o lado direito. Fica evidenciado também através desse estudo a importância do ambiente na formação ou reversão da preferência por um dos membros, mas é importante salientar que a mudança observada foi mais evidente para a habilidade da escrita, uma habilidade praticada de forma intensiva desde a infância.

Um dos primeiros estudos a fornecer evidência do papel do ambiente, mais especificamente, da prática, no estabelecimento de assimetrias interlaterais, foi realizado por PROVINS e GLENROSS (1968). Nesse estudo foi avaliado o desempenho bimanual de datilógrafos experientes e de indivíduos inexperientes em três tarefas de datilografia. A comparação do desempenho com a mão direita e com a mão esquerda nos datilógrafos não indicou assimetria de desempenho em duas tarefas, enquanto que em uma terceira tarefa foi observada diferença favorável à mão esquerda. Para os indivíduos inexperientes foi encontrada diferença favorável à

mão direita em duas das três tarefas. A vantagem da mão esquerda encontrada nos datilógrafos foi explicada pelo seu uso mais freqüente em situações de treinamento.

Da mesma forma que as características do ambiente podem favorecer ou fortalecer o uso de um segmento corporal, a prática unilateral também pode exercer um papel fundamental no estabelecimento de assimetrias de desempenho. A relação entre preferência e assimetrias de desempenho foi investigada por HOFFMANN, CHANG e YIM (1997) e por PETERS e IVANOFF (1999), analisando uma tarefa motora envolvendo o controle de posicionamento de um *mouse*. Eles compararam o desempenho de indivíduos com preferência manual geral pela mão esquerda que manuseavam o *mouse* com a mão não-preferida / direita (grupo pe-md) e indivíduos com preferência manual geral esquerda e manuseio do *mouse* com a mão esquerda ou preferência manual geral direita e manuseio do *mouse* com a mão direita, grupos, pe-me e pd-md, respectivamente. Em termos absolutos não foram encontradas diferenças entre os grupos; no caso dos indivíduos do grupo pe-md o desempenho com a mão direita (não-preferida) foi comparável ao desempenho do grupo pd-md. Os resultados indicaram que as assimetrias foram similares entre os dois grupos com prática com a mão direita, independentemente da preferência manual. Os resultados do estudo de HOFFMANN, CHANG e YIM (1997) mostraram, ainda, que o grupo pe-md teve desempenho similar entre a mão preferida e a mão não-preferida. O desempenho similar entre as mãos nesse grupo pode ser explicado pelo fato desses indivíduos manusearem o *mouse* no ambiente doméstico com a mão preferida e no trabalho com a mão não-preferida. Fica demonstrado aqui o potencial de aprendizagem dos dois membros para essa tarefa específica e, mais uma vez, a importância do ambiente em fornecer experiências específicas que podem favorecer o uso e o desempenho de um lado do corpo ou do outro.

PERELLE, EHRMAN e MANOWITZ (1981) investigaram em adultos destros e canhotos o efeito da prática bilateral de uma tarefa manipulativa de controle fino no desempenho com a mão preferida e com a mão não-preferida. No grupo experimental a prática aumentou a proficiência com as duas mãos em destros e canhotos, sem que tenha sido detectada qualquer diferença significativa entre as mãos. A vantagem da mão preferida observada antes da prática persistiu apenas para o grupo controle. Esse estudo demonstra que a prática exerce um papel

importante na eliminação (ou geração) de assimetrias, e que o desempenho pode ser melhorado independente da preferência manual.

Os estudos relatados mostram a modificação das assimetrias de desempenho em função de prática, mas pouco se sabe a respeito da modificação da preferência em função da prática, alteração já documentada em estudos com animais (COLLINS, 1975; MCGONIGLE & FLOOK, 1978; WARREN, 1958). TEIXEIRA e TEIXEIRA (2006) conduziram um estudo com objetivo de verificar o efeito da prática unilateral extensiva, em uma tarefa de toques seqüenciais entre os dedos da mão não-preferida, na preferência e nas assimetrias de desempenho em indivíduos destros. Os resultados indicaram uma tendência de assimetrização de desempenho favorável à mão esquerda para a tarefa praticada após o treinamento, que foi mantida após 30 dias sem executar a tarefa. A preferência manual foi afetada expressivamente pelo treinamento unimanual, uma vez que a preferência unânime pela mão direita na avaliação inicial foi sucedida por preferência predominante pela mão esquerda nas avaliações subseqüentes à prática. Esse estudo revelou diretamente a influência da prática na alteração da preferência manual específica à tarefa, o que corresponde a um resultado que só havia sido descrito em animais. Além da influência da prática, vários estudos têm investigado outras variáveis que podem influenciar as assimetrias interlaterais. Estudos relatando a influência do contexto e da complexidade da tarefa, especificamente na preferência por um dos membros, serão descritos na próxima seção.

2.4 Variação da preferência lateral em função do contexto e da complexidade da tarefa

Tradicionalmente, é assumido que o indivíduo prefere uma das mãos para realizar tarefas unimanuais em função de uma dominância motora por uma das mãos. Contudo, a noção de que a preferência manual é um comportamento invariante e determinado biologicamente tem sido questionada à luz de pesquisas recentes. Recentemente alguns resultados de pesquisa têm sugerido que a seleção do membro é adaptável e dependente do contexto ambiental. Pesquisas têm indicado que o planejamento para alcançar um objeto envolve dois fatores:

dominância manual e informação atencional relacionada à demanda da tarefa. GABBARD, ITEYA e RABB, (1997), GABBARD, TAPIA e HELBIG (2003), GABBARD e HELBIG (2004) têm proposto que a dominância motora é o fator primário na seleção para uma ação no hemi-espacô ipsilateral e que a informação atencional relacionada à posição do objeto influencia a seleção do membro para ações no hemi-espacô contralateral, fenômeno explicado por eficiência biomecânica e/ou tendência hemisférica.

GABBARD e HELBIG (2004) conduziram um estudo com crianças destras de seis a oito anos com o objetivo de verificar o fator que influencia a escolha de um membro para alcançar um objeto, tendo como referência a dominância motora, a proximidade e a posição do objeto no espaço. Os resultados indicaram que as crianças responderam preferencialmente ao estímulo de forma ipsilateral, ou seja, usando a mão do mesmo lado em que o estímulo foi apresentado, independente da preferência, resultados que estão de acordo com estudos prévios realizados com adultos (GABBARD, ITEYA & RABB, 1997; GABBARD & RABB, 2000; WESTWOOD, ROY & BRYDEN, 2000). Em um estudo semelhante, mas com adultos destros, GABBARD, TAPIA e HELBIG (2003) introduziram uma tarefa complexa que consistia em pegar um objeto de um lado após um estímulo sonoro e colocá-lo do outro lado após indicação de um segundo estímulo sonoro. Os resultados indicaram que 96% dos participantes preferiram usar a mão direita para alcançar o objeto no hemi-espacô direito e colocá-lo no hemi-espacô esquerdo, enquanto que somente 40% dos participantes selecionaram a mão não-dominante para realizar a tarefa quando o objeto era apresentado do lado esquerdo. Os resultados indicaram um comportamento favorável à mão dominante, mas também demonstraram que o contexto ambiental pode exercer influência na preferência por uma das mãos. Segundo GABBARD, TAPIA e HELBIG (2003), resultados de estudos prévios que avaliaram a preferência relacionada à posição do objeto a ser alcançado indicam uma tendência de comportamento tanto para destros como para canhotos: embora 99% dos sujeitos usem sua mão preferida para alcançar um objeto localizado na linha média ou no hemi-espacô do lado dominante, quando o objeto é apresentado no hemi-espacô do lado não-dominante (contralateral) 70% dos indivíduos preferem usar a mão não-dominante. Os autores sugerem que esses resultados são

indicativos de que a preferência manual pode ser modificada pelo estímulo atencional relacionado à demanda de uma determinada tarefa.

LECONTE e FAGARD (2004) investigaram crianças de seis a 12 anos comparando o uso das mãos na realização de tarefas com dois níveis de complexidade: combinação da posição do objeto no espaço e da complexidade de tarefas de agarrar. Os resultados indicaram que a mão preferida foi usada mais freqüentemente nas tarefas mais complexas e também com mais freqüência para alcançar do lado contralateral, resultado discordante de outro estudo realizado com crianças por GABBARD e HELBIG (2004). As autoras consideraram a possibilidade das crianças nessa idade serem menos flexíveis nas estratégias manuais, por exemplo, por causa do uso intensivo da mão preferida para escrever, o que pode ter influenciado os resultados. Estudo similar conduzido por PRYDE, BRYDEN e ROY (2000) com crianças e adultos, revelou influência da idade na preferência para alcançar o objeto: as crianças de seis a 10 anos tiveram uma tendência de usar a mão preferida nas duas regiões do espaço, enquanto que em adultos e crianças de três e quatro anos foi observada uma diminuição de uso da mão preferida quando o estímulo estava no hemi-campo do lado não-dominante, ou seja, os sujeitos dessas faixas etárias usaram também um controle ipsilateral. LECONTE e FAGARD (2006) conduziram um estudo com a finalidade principal de verificar se a preferência manual nas crianças em idade escolar poderia ser influenciada pela prática intensiva da escrita nessa faixa etária. Compararam o uso da mão preferida e da não-preferida em crianças com maior e menor lateralização (escolares e pré-escolares) na ação de agarrar objetos em diferentes posições no espaço. Os resultados indicaram uma tendência relacionada à idade no uso da mão preferida. No espaço contralateral ao lado preferido das crianças de 10-12 anos cruzaram mais a linha média com a mão preferida, ao passo que as crianças de 5-6 anos responderam mais vezes com a mão que estava do mesmo lado do estímulo. As crianças selecionaram ainda com mais freqüência a mão preferida para alcançar o objeto no espaço contralateral quando as tarefas eram mais complexas. Esses achados estão de acordo com o estudo prévio de LECONTE e FAGARD (2004) e sugerem que a lateralização de habilidades motoras finas interage com a informação atencional relacionada à localização de um objeto e que a dominância motora exerce um papel importante na

programação da seleção da mão para tarefas que requerem mais habilidade. Os estudos de BRYDEN, ROY e MAMOLO (2003) e MANOLO, ROY, BRYDEN e ROHR (2004) confirmam as proposições anteriores, pois os resultados têm indicado que a demanda da tarefa e a posição do objeto no espaço afetam a preferência manual. Especificamente, a mão preferida alcança predominantemente no hemi-espacô do lado não-dominante, apesar da ineficiência biomecânica envolvida no alcançar através da linha média. Segundo os pesquisadores esse efeito é mediado pela demanda da tarefa, com o aumento de freqüência de uso da mão preferida para a realização de tarefas que exigem mais habilidade.

Em geral, os resultados apresentados nesta seção indicam que apesar da dominância motora ser um fator de grande influência na determinação da escolha de uma das mãos para tarefas de alcançar da linha média até o hemi-espacô do lado dominante, a informação atencional sobre a localização do objeto pode influenciar a programação de ações orientadas a um alvo no espaço contralateral. Dessa forma, as pesquisas recentes reforçam que a manualidade não é uma característica invariante, associada a uma “dominância motora” determinada geneticamente, e sim, um fenômeno complexo e multifacetado, em que fatores genéticos e ambientais estão em constante interação.

2.5 Desenvolvimento da podalidade

Em relação ao conhecimento produzido sobre lateralidade humana, pode-se observar que os estudos têm se concentrado, de maneira geral, em aspectos relacionados à manualidade e suas implicações. Escassos têm sido os estudos que avaliam a preferência podal, bem como assimetrias de desempenho dos membros inferiores. Em um dos poucos estudos sobre esse tema, PETERS e PETRIE (1979) investigaram o reflexo de marcha em um grupo de bebês com idade entre 17 e 105 dias. Os resultados indicaram uma forte preferência para iniciar o reflexo com a perna direita (ver também MELEKIAN, 1981). DOMELLOF, RÖNNQVIST e HOPKINS (2006) em um estudo recente, analisaram as assimetrias funcionais dos movimentos do reflexo de marcha em 40 recém-nascidos, utilizando para isso análise cinemática. A análise revelou que os movimentos realizados com a perna direita

foram mais suaves e exibiram trajetórias menos segmentadas comparados com os movimentos da perna esquerda. No entanto, não foram encontradas evidências de preferência podal em iniciar o movimento com a perna direita. Tal assimetria nos membros inferiores também ocorre em outros comportamentos já detalhados em sessão anterior, como movimentos de cabeça e braços, e demonstram mais uma vez a precocidade das assimetrias no comportamento motor.

Estudos sobre preferência podal em crianças (ANNETT & TURNER, 1974; COREN, PORAC & DUNCAN, 1981) e em adultos (AUGUSTYN & PETERS, 1986; PETERS, 1988; PETERS & DURDING, 1979) têm indicado que os seres humanos possuem uma preferência podal predominantemente direita. Colocando o desenvolvimento motor em perspectiva, GABBARD e BONFIGLI (1987) avaliaram crianças com idade média de quatro anos e constataram que 46% delas apresentaram preferência podal direita, 50% inconsistente (uso do pé direito ou do esquerdo nas tarefas avaliadas) e 4% preferência podal esquerda. Segundo os pesquisadores, dos quatro aos cinco anos parece ser o período crítico do desenvolvimento da podalidade, pois é durante esse período que a evolução e as mudanças são mais evidentes. GENTRY e GABBARD (1995) observaram um aumento significativo da preferência podal direita dos oito aos 11 anos, preferência que se mantém relativamente estável, e um significativo declínio da preferência inconsistente. Em um artigo de revisão, GABBARD e ITEYA (1996) analisaram 14 estudos que descreviam a distribuição da preferência podal da infância a idade adulta. A análise sugere uma porcentagem significativamente maior de crianças com preferência inconsistente em comparação aos adultos. A mudança em direção à preferência podal direita parece ocorrer durante o final da infância, e a partir desse momento o comportamento permanece relativamente estável. Um dado interessante é a comparação entre podalidade e manualidade, com crianças apresentando duas vezes mais inconsistência na preferência podal do que na manual.

Em uma análise ao longo do ciclo de vida, BELL e GABBARD (2000) observaram uma tendência de decréscimo de preferência podal inconsistente e esquerda em adultos e idosos e, consequentemente, um aumento da preferência podal direita. Essa tendência em direção à preferência direita com o aumento da

idade já havia sido observada no comportamento das mãos no estudo de PORAC, COREN e DUNCAN (1980).

GABBARD e HART (1993, 1995) investigaram a preferência podal e o desempenho das mãos e pés na tarefa de toques rápidos repetidos em crianças de quatro a seis anos. As crianças com preferência manual e podal direita tiveram desempenho melhor com a mão direita, mas não com o pé direito; as canhotas não apresentaram diferenças entre as mãos e entre os pés. Um estudo semelhante, mas avaliando apenas o desempenho dos pés, foi realizado com crianças japonesas de quatro a seis anos por ITEYA, GABBARD e OKADA (1995). Os resultados indicaram que os indivíduos com preferência podal direita e inconsistente realizaram a tarefa com o pé direito com velocidade maior, tendência que não foi observada nos canhotos com o pé preferido.

Os resultados desses estudos podem indicar que o desenvolvimento podal dos canhotos é diferente dos destros e que assim como ocorre na manualidade, esses indivíduos podem ser mais influenciados pelo ambiente do que os destros. Os resultados obtidos com os destros também indicam que o desenvolvimento da podalidade, aparentemente, segue um ritmo diferente da manualidade. Evidências indicam que aos cinco anos a maioria das crianças tem o uso consistente da mão direita (TAN, 1985), com desempenho coerente com a preferência lateral (MORANGE-MAJOUX, PEZE & BLOCH, 2000; PETRIE & PETERS, 1980). No entanto, a preferência podal parece se estabelecer no final da infância e um desempenho coerente com a preferência foi observado apenas nas crianças com preferência podal direita (ITEYA, GABBARD & OKADA, 1995). Esse resultado sugere que a forte preferência por um membro leva ao seu maior uso, o que pode favorecer a emergência de assimetria de desempenho. Se as crianças estabelecem a preferência podal dos oito aos 11 anos, dificilmente se encontraria desempenho coerente com a preferência antes disso.

Assimetrias de desempenho em habilidades motoras relacionadas ao futebol foram estudadas em adolescentes entre 12 e 16 anos por TEIXEIRA et al. (1998). Os resultados mostraram desempenho superior com a perna preferida apenas na tarefa de chute de potência nas idades de 14, 15 e 16 anos. Nas tarefas de condução de bola e chute de precisão não foram encontradas diferenças

significativas entre os membros, apesar da superioridade no nível descritivo apresentada com o membro preferido. Os resultados sugerem que as assimetrias são específicas à tarefa e reforçam o caráter dinâmico e não-determinístico da lateralidade.

Os estudos relatados são os poucos existentes a abordar a preferência e o desempenho podal. Mais raros ainda são os estudos que verificaram a influência da prática no comportamento da lateralidade podal. Relacionados a esse tema destacam-se alguns estudos realizados com jogadores de futebol que enfocaram esse aspecto. CAREY, SMITH, SMITH, SHEPHERD, SKRIVER, ORD e RUTLAND (2001) afirmam que é consenso entre muitos jogadores de futebol, cientistas e técnicos que o jogador de futebol deve ser hábil em chutar a bola com os dois pés, pois essa habilidade é importante para o sucesso no futebol. A despeito da relevância para o esporte, esse aspecto do comportamento podal de jogadores profissionais tem recebido pouca atenção no âmbito científico. Em um dos poucos estudos sobre esse tema, CAREY et al. (2001) tiveram como objetivo verificar a preferência podal de jogadores de futebol participantes da Copa do mundo de futebol de 1998, e analisaram o pé utilizado para a execução de habilidades podais durante algumas das partidas realizadas nessa competição. Os resultados indicaram que aproximadamente 79% dos jogadores têm preferência podal direita, freqüência semelhante à população em geral que, segundo estudos apresentados na revisão de podalidade realizada por GABBARD e ITEYA (1996), tem entre 75% e 79% de preferência podal direita. O resultado surpreendeu os pesquisadores, que esperavam encontrar uma preferência podal direita mais fraca entre os jogadores de futebol, uma vez que o membro não preferido também é treinado, representando assim uma oportunidade de prática bilateral. Os resultados indicaram, ainda, que a freqüência de sucesso na execução de diferentes habilidades com o pé preferido e o não-preferido foi similar em destros e canhotos.

HAALAND e HOFF (2003) investigaram o efeito do treinamento da perna não-dominante no desempenho motor bilateral de jogadores de futebol divididos em grupo controle e experimental. O desempenho podal foi analisado inicialmente por meio da tarefa de toques rápidos repetidos e habilidades específicas do futebol. Os resultados indicaram que o treinamento melhorou o desempenho da perna não-

preferida (treinada) nas habilidades específicas do futebol em relação ao grupo controle, desempenho que se igualou ao da perna preferida na fase inicial antes do treinamento. Foi observado também um desempenho melhor na tarefa de toques repetidos após a prática, que não pode ser atribuído ao efeito de teste, porque o desempenho foi superior em relação ao grupo que não praticou as habilidades específicas do futebol com a perna não-preferida. Foi observado também um efeito de transferência interlateral de aprendizagem, com melhora do desempenho da perna não treinada.

Em um estudo realizado por TEIXEIRA, SILVA e CARVALHO (2003) ficou evidenciada a importância da prática na modulação de assimetrias motoras. Nessa investigação, foi avaliada a redução de assimetrias interlaterais em tarefas motoras relacionadas ao futebol (condução de bola, chute de precisão e chute de potência) em adolescentes praticantes do esporte. Durante quatro meses metade desses adolescentes teve prática bilateral enquanto a outra parte teve prática apenas com a perna preferida. Os resultados mostraram que o grupo com treinamento bilateral alcançou uma redução significativa dos índices de assimetria interlateral na tarefa de condução de bola, enquanto que o outro grupo manteve o índice de assimetria inalterado. Esses resultados são indicativos do papel da prática em modificar assimetrias interlaterais de desempenho estabelecidas como consequência de um treinamento unilateral. Em linhas, gerais esses achados confirmam que as assimetrias de desempenho podem ser modificadas em função de prática, fortalecendo a concepção da influência ambiental no estabelecimento de assimetrias interlaterais de desempenho. Aparentemente, os membros inferiores apresentam desempenho potencialmente similar, que pode ser alcançado com treinamento bilateral. No estudo de CAREY et al. (2001) esse desempenho similar se refletiu na freqüência de sucesso quando o pé não-preferido foi utilizado; no estudo de HAALAND e HOFF (2003) na melhoria de desempenho da perna preferida propiciada pelo treinamento e no estudo de TEIXEIRA, SILVA e CARVALHO (2003) na redução do índice de assimetria motora. Um resultado intrigante obtido no primeiro estudo é o fato de jogadores de elite apresentarem preferência podal similar à população em geral, mesmo tendo treinamento específico com o membro não-preferido e desempenho similar entre os dois membros. É bem provável que a prática diferencial

com o membro preferido seja ainda muito maior nos treinamentos, o que não possibilita adquirir confiança com o membro não-preferido em situações em que o jogador precisa apresentar seu máximo desempenho.

Um aspecto que merece destaque a respeito da podalidade, e que tem sido praticamente ignorado nos estudos sobre preferência podal, é o entendimento das características funcionais da dominância podal, que, segundo GABBARD e HART (1996), é uma condição importante para a sua própria definição. Para os autores, ações com os membros inferiores envolvem três comportamentos alternativos em função do contexto: estabilização (controle postural), mobilização (ação motora) e contexto bilateral de estabilização/mobilização. As proposições de HART e GABBARD (1997) acerca das influências contextuais no estabelecimento da preferência podal levam à conclusão de que o comportamento da preferência podal para tarefas bilaterais pode ser independente do comportamento em contextos de estabilização unilateral. Isto é, a preferência por um membro para a estabilização em contexto bilateral (o pé de apoio ao realizar um chute) pode não ser a mesma em uma tarefa de estabilização unipodal (tarefa que requer o uso apenas de um dos pés/pernas para a estabilização, como uma tarefa de equilíbrio em um dos pés sobre uma trave). PETERS (1988) define podalidade como um uso diferencial consistente entre os pés. Para esse autor indivíduos destros demonstram uma tendência de uso do pé direito para tarefas de manipulação fina; perna e pé esquerdos exercem uma função de suporte. O autor reconhece a relação entre os dois membros, mas considera o pé usado para manipular um objeto ou para saltar como o dominante, e o pé usado para estabilização, o não-dominante. Diferentes definições ou pontos de vista a respeito de um comportamento podem ter implicações nos resultados das pesquisas. A evolução dos conhecimentos relativos à podalidade parece estar relacionada à consideração desses três comportamentos em função do contexto, ressaltados por GABBARD e HART (1996) e HART e GABBARD (1997), nos delineamentos de pesquisa. Observam-se muitas vezes nos estudos a avaliação da preferência podal e determinação da sua direção em função de tarefas que envolvem apenas um dos comportamentos.

Como constatado nessa revisão, os estudos em lateralidade humana têm investigado amplamente as questões relacionadas à manualidade. Em relação à

podalidade a produção científica tem sido bem mais restrita, com as investigações utilizando preferencialmente - assim como ocorre na investigação da manualidade - a tarefa de toques repetidos com máxima freqüência. Se de um lado esse aspecto oferece a vantagem de fornecer condições semelhantes de comparação do desempenho de mãos e pés, além da facilidade de mensuração, de outro tem a desvantagem de ser uma tarefa relativamente simples com envolvimento de poucos graus de liberdade e muito diferente das tarefas usualmente realizadas com os membros inferiores em condições reais. Estudos citados nessa seção têm indicado que o ambiente e a prática são fatores importantes na geração e modificação das assimetrias de preferência e desempenho. No entanto, não há relatos sobre o desenvolvimento das assimetrias em diferentes idades em indivíduos que praticam sistematicamente habilidades com os membros inferiores. Existem diversas lacunas a respeito da podalidade que se preenchidas contribuiriam muito para o entendimento da lateralidade humana.

3 OBJETIVOS

Os objetivos deste estudo foram comparar em meninos de cinco a 10 anos de idade com prática regular em futebol: (1) a preferência podal em tarefas de estabilização e de mobilização e (2) assimetrias interlaterais de desempenho na habilidade de chutar, com base em parâmetros cinematográficos.

4 JUSTIFICATIVA

Na revisão de literatura foram indicadas lacunas importantes no conhecimento sobre a podalidade humana. No presente estudo foram estabelecidos objetivos que representam pontos originais de investigação científica, a saber: (1) análise da variação da preferência podal em crianças em função da idade/prática sistemática em tarefas requisitando habilidade podal; (2) análise do desenvolvimento de assimetrias podais de desempenho em função da idade/tempo de prática das crianças; (3) uso de parâmetros cinematográficos de desempenho para analisar assimetrias motoras nas crianças, permitindo a análise do movimento propriamente

dito. Dessa forma, esse estudo abordou aspectos originais sobre o desenvolvimento de uma das facetas da lateralidade humana chamada podalidade.

5 HIPÓTESES

Hipótese 1 - Considerando-se os papéis de estabilização da perna de apoio e de mobilização da perna de chute, e que o treinamento regular poderia aumentar a força de preferência podal por uma das pernas para cada uma das condições, uma das hipóteses desse estudo foi que seria observado um aumento da preferência podal direita para as tarefas de mobilização e aumento da preferência podal esquerda para as tarefas de estabilização com o aumento da idade.

Hipótese 2 - Baseado no princípio de que mecanismos de transferência de aprendizagem interlateral são efetivos em minimizar as assimetrias de desempenho em condições de prática unilateral, a segunda hipótese foi de que a assimetria interlateral de desempenho seria relativamente constante entre os grupos etários estudados.

6 MATERIAIS E MÉTODOS

6.1 Participantes

Participaram desse estudo 24 crianças com idades entre cinco e 10 anos, do sexo masculino, com preferência podal direita, que recebiam treinamento específico de futsal. Os meninos faziam parte das escolinhas de futsal da Associação Atlética Banco do Brasil e foram divididos nos seguintes grupos etários: Grupo 6 anos ($n = 8$; $M = 5,85$ anos, $DP = 6,8$ meses); Grupo 8 anos ($n = 8$; $M = 8,1$ anos, $DP = 6,8$ meses) e grupo 10 anos ($n = 8$; $M = 9,81$ anos, $DP = 7,3$ meses). O critério de inclusão no estudo foi o treinamento regular e o tempo acumulado de treinamento, isto é, crianças de oito e 10 anos foram selecionadas somente nos casos em que tivessem iniciado os treinamentos aos seis anos de idade. O responsável por cada criança assinou um termo de consentimento livre e esclarecido (ANEXO I),

autorizando a participação no estudo. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo.

6.2 Equipamentos e tarefas

Para a avaliação das duas dimensões de lateralidade dos membros inferiores, preferência podal e assimetrias interlaterais de desempenho, foram conduzidos dois estudos. Para isso foram utilizados equipamentos e tarefas distintos, que são descritos a seguir.

6.2.1 Preferência podal

As tarefas selecionadas para a avaliação da preferência podal foram aquelas que pudessesem caracterizar bem as condições de estabilização e mobilização. As tarefas de estabilização foram as seguintes: equilibrar-se em um dos pés sobre uma *medicine-ball* de 3 kg, saltar o mais distante possível a partir de uma marca pré-estabelecida (salto em distância) e ultrapassar um obstáculo fixo de 30 cm de altura. As tarefas de mobilização geral foram as seguintes: desenhar um círculo no chão com a ponta de um dos pés, esmagar um inseto fictício com um dos pés e trazer uma bola-de-gude para junto de si com um dos pés. As tarefas de mobilização específicas ao futebol foram as seguintes: conduzir uma bola de futebol empregando-se apenas um dos pés para tocá-la através de uma distância de 2 m, amortecer uma bola lançada em sua direção empregando apenas um dos pés e chutar uma bola de futebol na direção do experimentador, que ficava posicionado a 5 m de distância da criança. Cada tarefa era executada quatro vezes, registrando-se a perna empregada em cada tentativa.

6.2.2 Assimetrias de desempenho

A tarefa analisada foi o chute de potência, em que os participantes tiveram que usar o padrão de chute com a ponta do pé, procurando projetar a bola com potência em direção a dois cones posicionados a 2 m um do outro, a uma distância de 4 m do local do chute. Os sujeitos adquiriram velocidade de aproximação da bola (60 cm de circunferência) ao longo de um espaço de 1,5 m. Foram considerados para a análise apenas os chutes que atingiram o espaço delimitado entre os cones. Os participantes usavam marcadores anatômicos tridimensionais, que consistiam em esferas de isopor de 20 mm de diâmetro revestidas com material refletivo, nos seguintes acidentes ósseos: tornozelo (maléolo lateral), joelho (côndilo lateral da tíbia), quadril (trocanter maior), ombro (tubérculo maior do úmero), nos dois lados do corpo (FIGURA 1). A ação do chute foi filmada com uma câmera digital e a disposição dos equipamentos está representada na FIGURA 2.

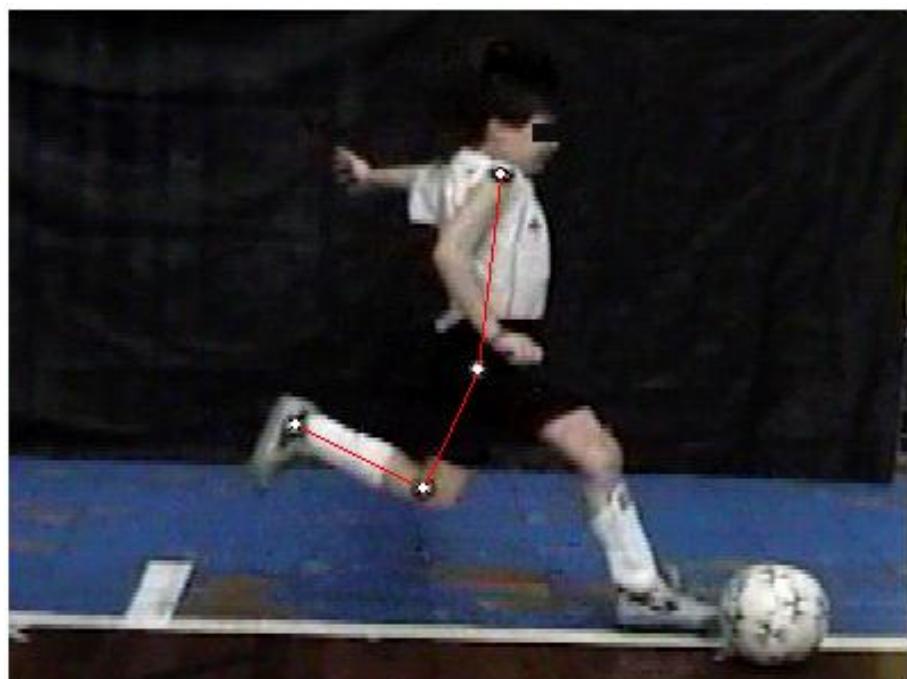


FIGURA 1- Imagen indicando a posição dos marcadores anatômicos no ombro, quadril, joelho e tornozelo em um dos participantes.

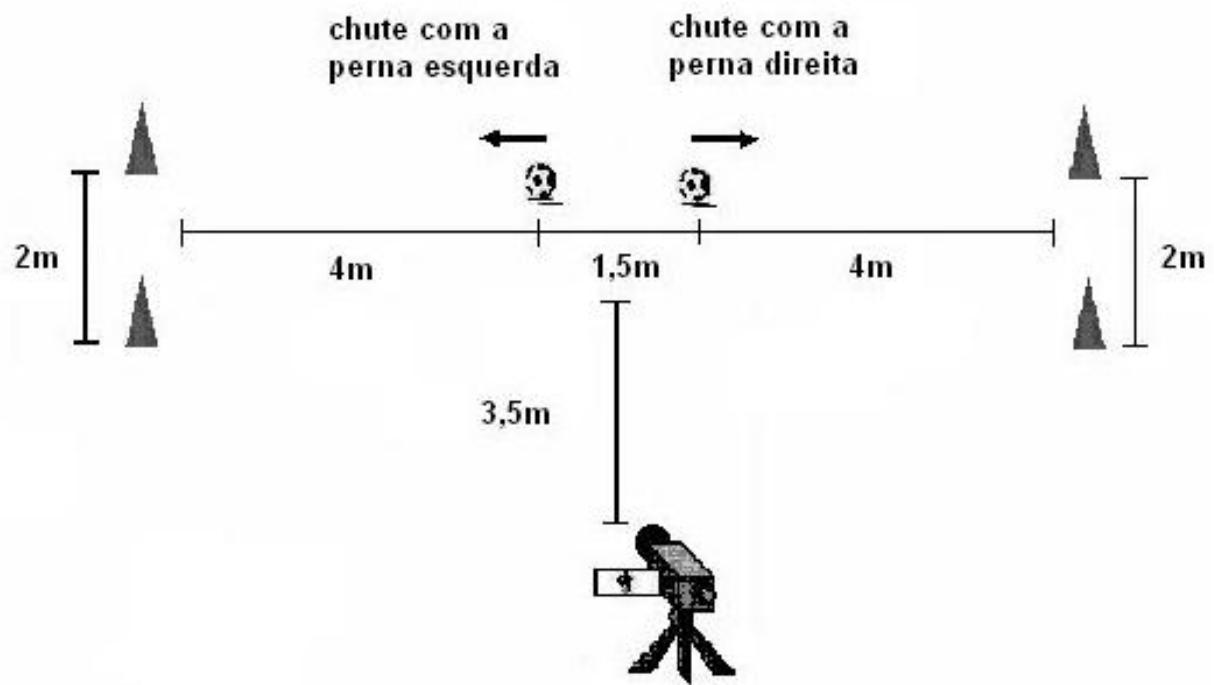


FIGURA 2- Representação da disposição dos equipamentos para coleta de dados.

6.3 Procedimentos

Inicialmente foi avaliada a preferência podal nas tarefas selecionadas exigindo o uso de um dos pés para sua execução. As crianças foram avaliadas em pequenos grupos formados por três indivíduos e realizavam as tarefas em forma de circuito, que foi iniciado com a execução das seguintes tarefas: (1) estabilização, (2) mobilização geral e (3) mobilização específica ao futebol. As crianças repetiram quatro vezes o circuito, sem qualquer orientação sobre a perna a ser empregada, e o experimentador registrou a perna usada em cada tentativa.

Em seções posteriores foram avaliadas as assimetrias de desempenho motor na tarefa de chute de potência. Como a ação motora estudada é realizada com movimentos feitos predominantemente no plano sagital, a análise cinemática foi bidimensional. A calibração do espaço do chute, colocada antes da filmagem dos

movimentos no local exato em que os chutes foram realizados, foi feita por meio de um sistema composto por um tripé, com nível que pudesse garantir a verticalidade do equipamento, com três pontos fixados na estrutura e mais dois pontos fixados no chão, com posições absolutas conhecidas em relação ao referencial que é o sistema dos eixos cartesianos x e y . Os pontos eram separados horizontalmente por marcadores fixados no chão com espaçamentos de 110 cm e verticalmente com espaçamentos de 60 cm. Com esse arranjo o espaço calibrado foi de 220 cm de comprimento por 120 cm de altura. Esse sistema de calibração foi filmado com uma câmera fixada em um tripé e posicionada a 3,5 m de distância do local em que a bola seria chutada, cobrindo toda a extensão do chute. Essas imagens do sistema de calibração foram usadas para estimar as variáveis dependentes nas cenas de chute com a perna preferida e a perna não-preferida. O sistema de calibração está representado na FIGURA 3.

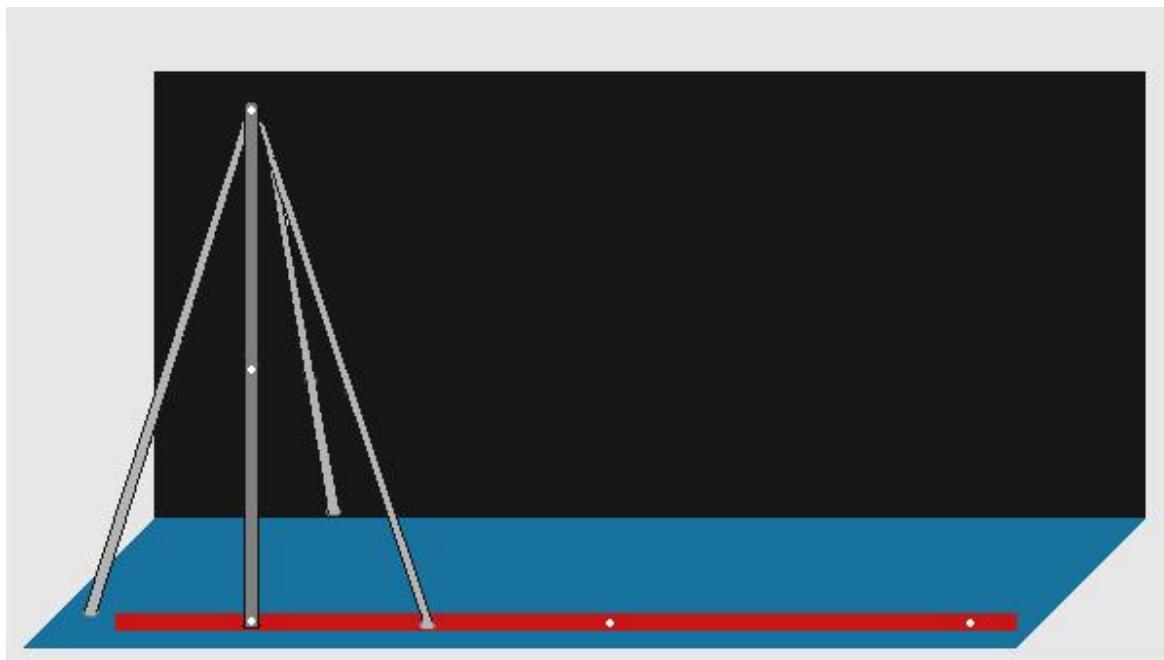


FIGURA 3- Representação do sistema de calibração do espaço planar.

Na coleta de dados dos chutes, foi feito inicialmente um aquecimento localizado para a musculatura principal, durante um período de 15 minutos. Os marcadores foram posicionados nos dois lados do corpo e na seqüência foram realizados alguns chutes para familiarização com a tarefa e com os marcadores fixados no corpo. No mesmo momento foram fornecidas as instruções a respeito da tarefa – distância de aproximação, tipo de chute e alvo –, e no final dessa etapa preparatória foram realizados os chutes de potência. A ação do chute foi filmada com uma câmera digital JVC GR-D 290UB com freqüência de aquisição de 60 Hz fixada em um tripé, com tempo de abertura do *shutter* ajustado manualmente em 1/250. A câmara foi postada perpendicularmente ao eixo principal de movimento e afastada 3,5m da posição da bola. O foco foi definido manualmente de forma que ficasse orientado para o centro do espaço calibrado, focando todo o movimento de preparação da perna de chute até o contato com a bola. A fim de obter um bom contraste dos marcadores, foram utilizadas bermudas de *lycra* pretas. Os participantes realizaram três tentativas com a perna direita e três com a perna esquerda, havendo um intervalo de repouso de 1 minuto entre duas tentativas sucessivas. A seqüência das pernas foi balanceada entre as crianças.

6.4 Análise de resultados

6.4.1 Preferência podal

Para a análise dos dados de preferência, inicialmente foi feita a estimativa da preferência podal em que foi atribuída para cada uma das nove tarefas uma pontuação de 1 a 5, sendo atribuído escore 1 para quatro execuções com a perna esquerda, indicando preferência podal esquerda consistente; escore 2 para três execuções com a perna esquerda e uma com a direita, indicando preferência podal esquerda inconsistente; escore 3 para duas execuções com cada perna, indicando preferência podal indefinida; escore 4 para três execuções com a perna direita e uma com a esquerda, indicando preferência podal direita inconsistente; e escore 5 para quatro execuções com a perna direita, indicando preferência podal direita

consistente. A análise da preferência podal foi conduzida com base nas médias dos escores obtidos nas quatro execuções em cada uma das três tarefas de que era composta cada uma das categorias de tarefas podais selecionadas, isto é, estabilização, mobilização geral e mobilização específica. As comparações entre os grupos etários para cada categoria de tarefa foram conduzidas através da análise de variância de *Kruskal-Wallis* e as comparações entre as categorias de tarefas para cada grupo etário através do teste de *Friedman*, com contrastes discriminantes realizados com a prova de *Wilcoxon*.

6.4.2 Assimetrias de desempenho

O desempenho na tarefa de chute foi avaliado em função dos movimentos realizados entre o ponto de máxima flexão do joelho da perna de chute (início da fase principal da ação da perna de balanço) até o ponto de contato com a bola. O contato com a bola foi determinado em função do primeiro quadro que indicasse variação de sua posição. O processamento das imagens foi feito por meio de diversos programas. Para a transferência das seqüências de movimentos para o computador, captura das imagens, foi empregada uma placa da *Pinnacle DV-200* e o programa *Adobe Première* versão 5.1 que acompanha a placa. A edição das imagens, o corte dos quadros que interessavam para a análise, foi feita com o programa *Fade to black* e a digitalização com o programa *DgeeMe*. As coordenadas do sistema foram calculadas considerando-se os eixos *x* (horizontal) e *y* (vertical) usando-se o método de transformação linear bidimensional. Os quatro marcadores anatômicos foram digitalizados de forma semi-automática e antes de proceder à análise, os dados foram filtrados no programa *DgeeMe* com um filtro digital Butterworth passa-baixa, de segunda ordem recursivo com freqüência de corte de 6Hz, que atenua a amplitude das freqüências maiores que a freqüência de corte. Os dados foram então exportados para o *MS-Excel* para a realização dos cálculos e, por último, normalizados no programa *Biomechanics toolbox*. A normalização consiste na transformação, por meio da interpolação de valores, de todos os dados resultantes

das imagens de cada chute, que possuem na maioria das vezes números distintos de quadros, em dados com o número idêntico de 100 quadros.

A análise foi conduzida em função das seguintes variáveis cinemáticas:

- (a) pico de velocidade linear do deslocamento do tornozelo (PVL) – valor máximo de velocidade linear do marcador do tornozelo;
- (b) velocidade linear do deslocamento do tornozelo no momento do contato com a bola (VLC);
- (c) tempo pós-pico de velocidade – tempo entre o pico de velocidade linear do deslocamento do tornozelo e o momento de contato com a bola (TPP);
- (d) pico de velocidade angular do quadril (PVAQ), tendo como referência aos marcadores do ombro, quadril e joelho;
- (e) pico de velocidade angular do joelho (PVAJ), tendo como referência aos marcadores do quadril, joelho e tornozelo;
- (f) tempo de início da ação de extensão do joelho em relação ao tempo de ocorrência de PVAQ (T_{IEJ});
- (g) tempo de ocorrência do PVAJ em relação ao tempo de ocorrência de PVAQ - valor absoluto (T_{PVAJ});

Os valores descritivos para cada variável foram estimados a partir das médias das três tentativas com cada lado do corpo.

A análise estatística dos resultados foi conduzida por meio de análises de variância de dois fatores, 3 (Idade) x 2 (Perna: preferida x não-preferida) com medidas repetidas no segundo fator. Os contrastes posteriores foram efetuados com os procedimentos de *Newman-Keuls*. O nível descritivo mínimo de todos os testes foi estabelecido em 0,05.

6.5 Resultados

6.5.1 Preferência podal

Os valores médios obtidos em cada categoria de tarefas nos três grupos etários são apresentados na TABELA 1.

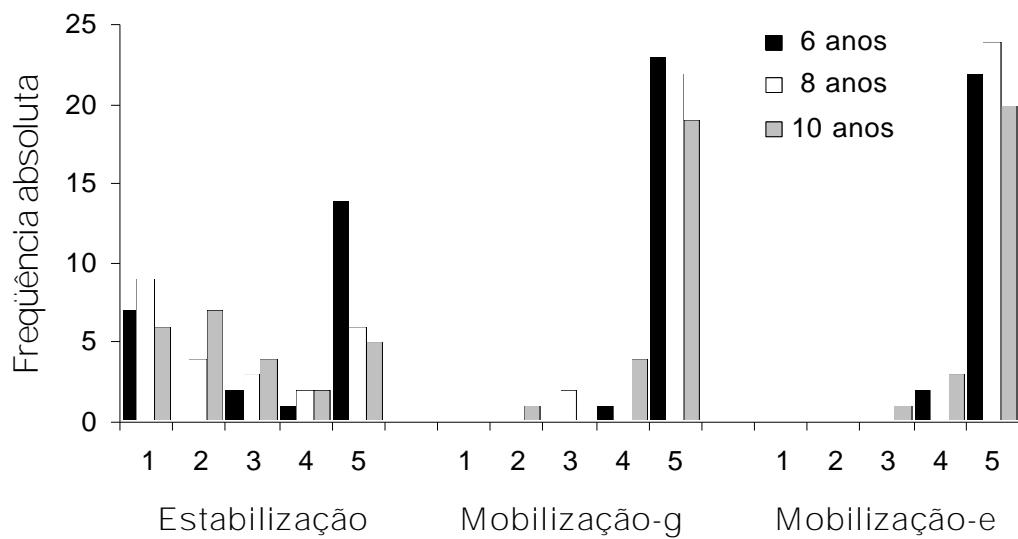
TABELA 1- Médias dos índices de preferência podal dos três grupos etários para as tarefas de estabilização, mobilização geral (g) e mobilização específica (e).

	Idade		
	6 anos	8 anos	10 anos
Estabilização	3,63	2,67	2,71
Mobilização-g	4,96	4,85	4,71
Mobilização-e	4,92	5,00	4,79

Os escores individuais obtidos em cada categoria de tarefas são apresentados na TABELA 1 (ANEXO II).

A FIGURA 4 mostra a distribuição de freqüências dos escores de preferência podal dos três grupos etários, para cada uma das categorias de tarefa podal. Os valores representam a soma dos escores observados nas tarefas dentro de cada categoria de preferência podal. Esta figura sugere um comportamento similar da preferência podal dos três grupos etários. Para as tarefas de estabilização, a preferência dos três grupos está distribuída entre os cinco escores, não evidenciando, dessa forma, uma tendência direcional definida da preferência nos grupos etários. Para as tarefas de mobilização, tanto gerais quanto específicas, há uma distribuição concentrada no escore 5, representativo de preferência podal direita consistente, em todos os grupos etários. Essa avaliação a partir dos dados descritivos foi corroborada pela análise inferencial, uma vez que as comparações dos índices de preferência entre os grupos etários para cada categoria de tarefa não indicaram diferenças significativas (TABELA 2). Os testes de *Friedman*, para comparações intragrupo, indicaram efeito significativo de categoria de tarefa: Grupo 6

anos [$\div F s^2 (2) = 9,33, p < 0,009$]; Grupo 8 anos [$\div F s^2 (2) = 15,07, p < 0,0005$]; Grupo 10 anos [$\div F s^2 (2) = 14,76, p < 0,0006$]. Comparações pareadas com a prova de *Wilcoxon* indicaram diferenças significativas entre a categoria de tarefas de estabilização e as duas categorias de tarefas de mobilização nos três grupos etários. A análise não indicou diferença entre as duas categorias de mobilização em nenhum grupo etário (TABELA 3). Esses resultados indicam uma preferência consistente pela perna direita em tarefas de mobilização, enquanto que em tarefas de estabilização a preferência lateral não está definida entre as crianças. Esse padrão foi comum entre as três idades avaliadas. Em vista dos resultados obtidos, pode-se dizer que as diferenças observadas na preferência podal parecem estar relacionadas ao tipo de tarefa e não à idade e prática acumulada ao longo dos anos, pelo menos na faixa etária avaliada nesse estudo.



Os valores representam a soma dos escores observados nas tarefas em cada categoria de preferência podal.

FIGURA 4- Distribuição de freqüências absolutas dos escores de preferência podal dos três grupos etários para as tarefas de estabilização, mobilização geral (g) e mobilização específica (e).

TABELA 2- Valores de H obtidos na análise de variância de Kruskal-Wallis para as comparações entre os grupos etários para cada categoria de tarefa, e respectivos níveis de significância.

	Estabilização	Mobilização-g	Mobilização-e
H	3,05	0,76	3,86
p	0,21	0,68	0,14

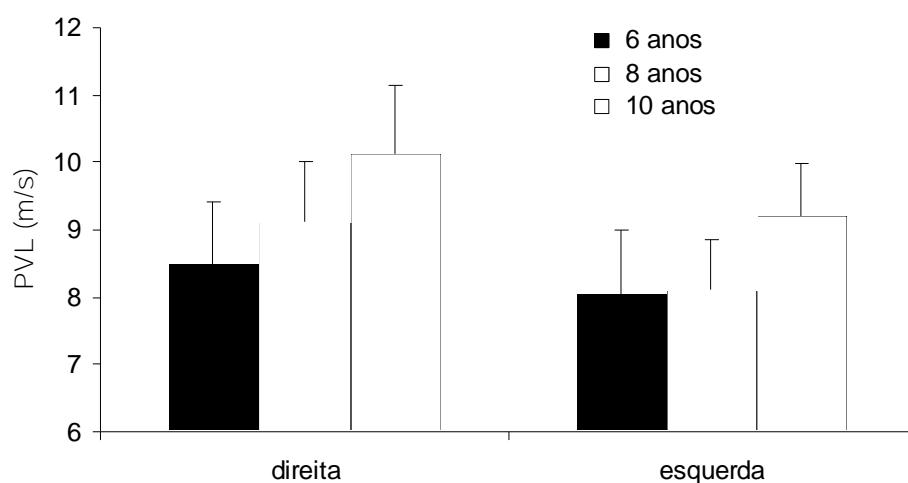
TABELA 3- Valores de Z obtidos na prova de Wilcoxon, para as comparações entre as tarefas de estabilização, mobilização geral (g) e mobilização específica (e), e respectivos níveis de significância, dos três grupos etários.

	6 anos		8 anos		10 anos	
	Z	p	Z	p	Z	p
Estabilização x Mobilização-g	2,2	0,027	2,52	0,01	2,52	0,01
Estabilização x Mobilização-e	2,02	0,043	2,52	0,01	2,52	0,01
Mobilização-g x Mobilização-e	-	-	-	-	-	-

6.5.2 Assimetrias de desempenho

A análise das assimetrias interlaterais de desempenho na tarefa de chute foram realizadas por meio de uma análise de variância de dois fatores, 3 (Idade) x 2 (Perna: preferida x não-preferida), com medidas repetidas no segundo fator. Para cada uma das variáveis dependentes foi realizada uma análise de variância. Na TABELA 2 (ANEXO II) encontram-se os valores das médias e desvios padrão das variáveis e na TABELA 3 (ANEXO II) os valores obtidos na análise de variância.

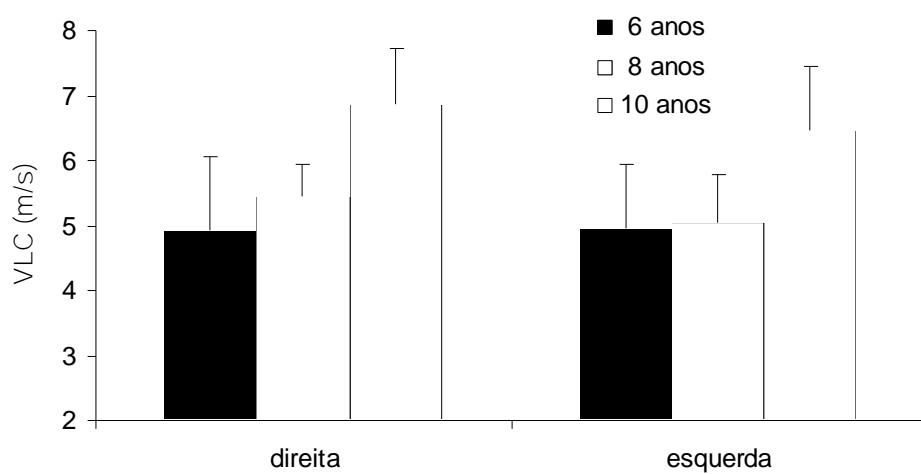
Pico de velocidade linear do pé (PVL). Os resultados indicaram diferenças significativas nos dois fatores principais, Perna [$F(1,21) = 23,57, p < 0,0009$], devido à maior velocidade atingida com a perna direita, e Idade [$F(2,21) = 6,90, p < 0,005$]. Os contrastes posteriores entre as idades indicaram que as crianças de 10 anos obtiveram valores maiores ($M = 9,7 \text{ m/s}$) do que as crianças de 6 ($M = 8,3 \text{ m/s}$) e de 8 ($M = 8,6 \text{ m/s}$) anos, que não deferiram entre si (FIGURA 5).



Diferenças significativas nos fatores Perna e Idade.

FIGURA 5- Médias de pico de velocidade linear do pé (m/s) dos três grupos etários em função da perna de chute; desvio padrão indicado por barras verticais.

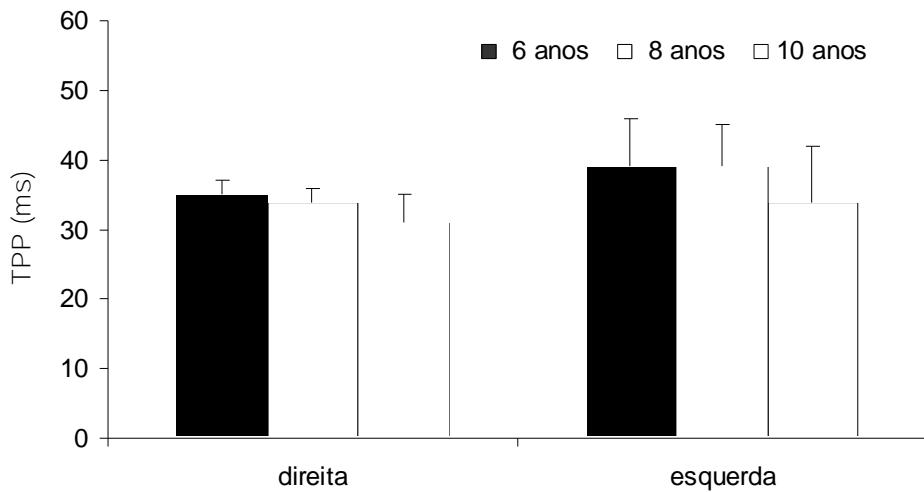
Velocidade linear no contato do pé com a bola (VLC). Os resultados indicaram diferenças significativas apenas para o fator principal Idade [$F(2,21) = 10,62, p < 0,001$]. Os contrastes posteriores indicaram diferenças entre as crianças de 10 anos ($M = 6,6$ m/s) e as crianças de 6 ($M = 4,9$ m/s) e de 8 ($M = 5,2$ m/s) anos, que não deferiram entre si. A ausência de efeito do fator principal Perna indicou que para velocidade de contato pé-bola o desempenho das pernas direita e esquerda foi simétrico (FIGURA 6).



Diferença significativa no fator Idade.

FIGURA 6- Médias e desvios padrão da velocidade linear (m/s) no contato do pé com a bola dos três grupos etários em função da perna de chute.

Tempo pós-pico de velocidade (TPP). Os resultados indicaram diferenças significativas para os dois fatores principais, Perna [$F(1,21) = 6,75, p < 0,016$], devido a tempos menores no desempenho com a perna direita, e Idade [$F(2,21) = 3,46, p < 0,05$]. Os contrastes posteriores indicaram tempos menores para as crianças de 10 anos ($M = 32,5$ ms) em comparação às crianças de 6 ($M = 37,0$ ms) e de 8 ($M = 36,5$ ms) anos, não havendo diferença significativa entre os dois últimos grupos. Os resultados estão representados na FIGURA 7.



Diferenças significativas nos fatores Perna e Idade.

FIGURA 7- Médias e desvios padrão do tempo pós-pico de velocidade (ms) dos três grupos etários em função da perna de chute.

Pico de velocidade angular do quadril (PVAQ). Os resultados não indicaram diferenças significativas em nenhum dos fatores ($F_{s} < 2,79$, $p_s > 0,1$). Os grupos etários apresentaram um desempenho similar entre si. Em relação aos lados, apesar da diferença não ter atingido níveis significativos, talvez em função dos valores altos dos desvios padrão, observa-se que o lado esquerdo apresenta tendência de velocidades angulares menores do que o lado direito nos três grupos (FIGURA 8).

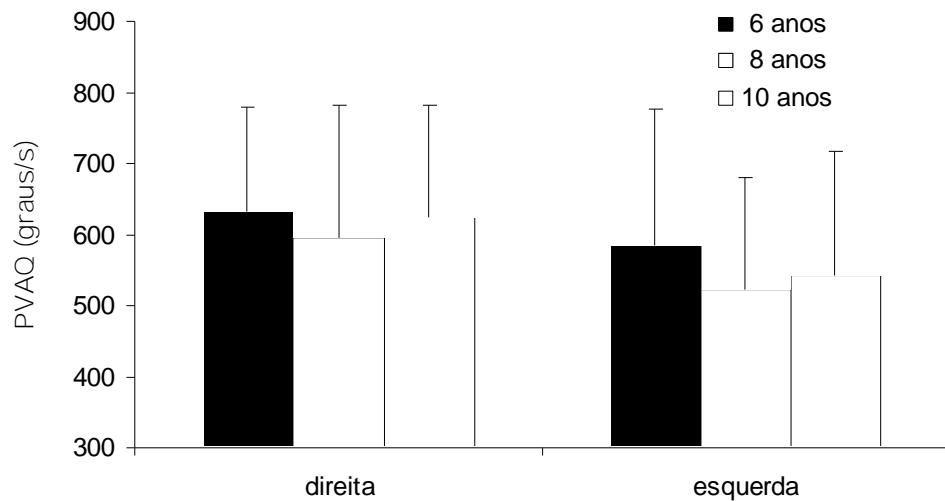
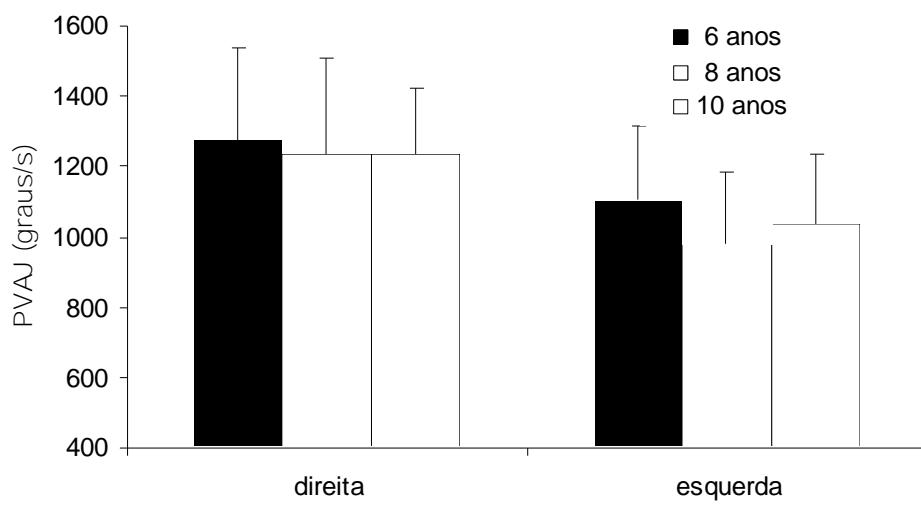


FIGURA 8- Médias e desvios padrão do pico de velocidade angular do quadril (graus/s) dos três grupos etários em função da perna de chute.

Pico de velocidade angular do joelho (PV AJ). Os resultados indicaram diferença significativa apenas para o fator Perna [$F(1,21) = 39,82, p < 0,0001$], devido a picos de velocidade angular do joelho mais altos nos chutes com a perna direita (FIGURA 9).



Diferença significativa no fator perna.

FIGURA 9- Médias e desvios padrão do pico de velocidade angular do joelho (graus/s) dos três grupos etários em função da perna de chute.

Tempo de início da ação de extensão do joelho em relação ao tempo de ocorrência do pico de velocidade angular do quadril (T_{IEJ}). Os resultados não indicaram diferença significativa em nenhum dos fatores ($F_s < 3,16$, $p_s > 0,08$). Na FIGURA 10 pode ser verificado o comportamento dessa variável, bem como, os valores elevados dos desvios padrão, que podem ter comprometido a detecção de diferenças.

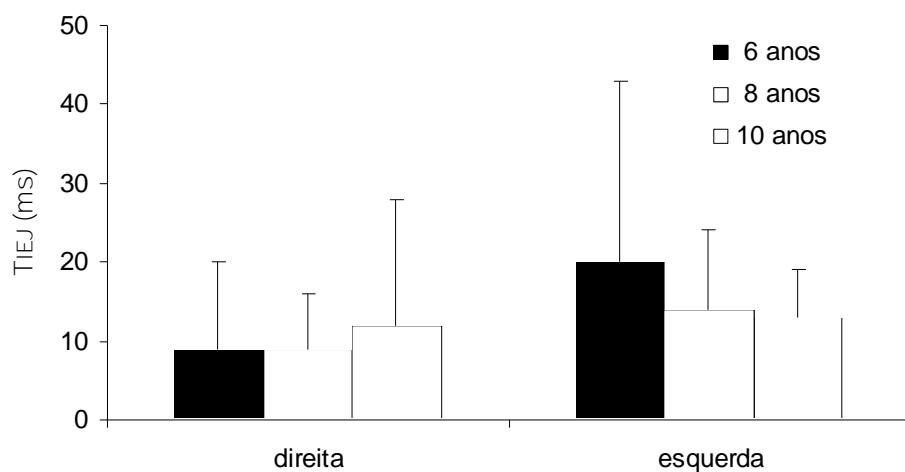


FIGURA 10- Médias e desvios padrão do tempo de início da extensão do joelho em relação ao tempo de ocorrência do pico de velocidade angular do quadril (ms) dos três grupos etários em função da perna de chute.

Tempo de ocorrência do PVAJ em relação ao tempo de ocorrência de PVAQ - valor absoluto (T_{PVAJ}). Os resultados indicaram diferença significativa para o fator Perna [$F(1,21) = 10,73$, $p < 0,003$]. Os tempos observados com a perna direita foram menores, o que significa que o PVAJ ocorreu mais próximo do PVAQ com essa perna. Os valores positivos são indicativos de que o PVAJ ocorreu depois do PVAQ. A representação dessa assimetria é apresentada na FIGURA 11.

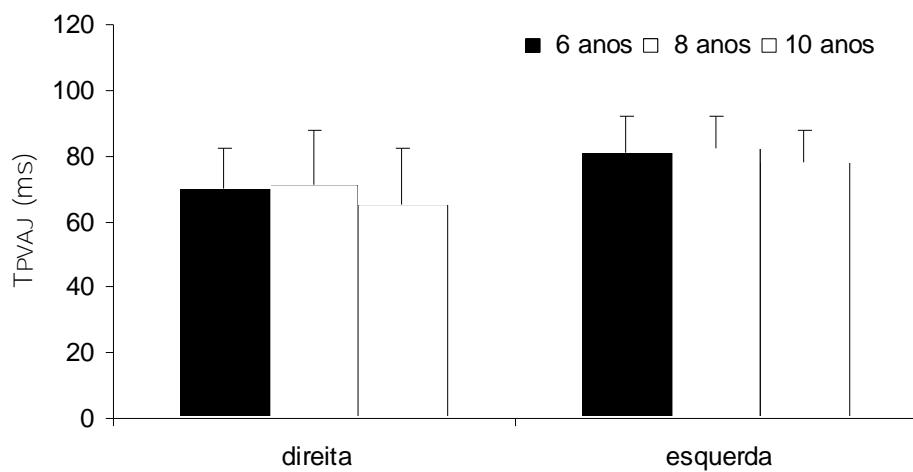


FIGURA 11- Médias e desvios padrão do tempo de ocorrência do PVAJ em relação ao tempo de ocorrência de PVAQ (ms) dos três grupos etários em função da perna de chute.

7 DISCUSSÃO

7.1 Preferência podal

A avaliação da podalidade indicou que a preferência podal foi estável entre as crianças de diferentes idades, com aproximadamente 90% dos indivíduos dos três grupos etários apresentando preferência podal direita nas tarefas de mobilização. Esses resultados são contraditórios com aqueles encontrados em estudos prévios nos quais foi analisado o desenvolvimento da podalidade em crianças (ANNETT & TURNER, 1974; COREN, PORAC & DUNCAN, 1981; LONGONI & ORSINI, 1988; M.C.T. TEIXEIRA, 2006) e na transição da infância para a idade adulta (GENTRY & GABBARD, 1995). Nesses estudos foi observada preferência inconsistente nas idades menores e preferência podal direita mais bem definida nas idades mais avançadas (cf. GABBARD & ITEYA, 1996, para revisão). Os dados aqui relatados, no entanto, indicaram que os meninos praticantes de futsal apresentaram uma preferência podal direita consistente nas tarefas de mobilização desde os seis anos. Essa preferência precoce pela perna direita poderia ser resultado do

início da experiência específica com futebol em idades tenras, com ênfase na perna preferida de chute, uma vez que crianças da mesma idade sem prática motora específica, freqüentemente, apresentam preferência podal inconsistente, como indicam os resultados de alguns estudos citados anteriormente (GABBARD & ITEYA, 1996; GENTRY & GABBARD, 1995; M.C.T. TEIXEIRA, 2006). A preferência podal direita para o chute pode ainda ter sido generalizada para as outras tarefas de mobilização, específicas ou não ao futebol, aumentando o índice de preferência podal direita nos indivíduos mais jovens. Esse efeito de generalização foi descrito por PROVINS (1997b), referindo-se a tarefas manuais. Segundo esse autor, o uso habitual de uma das mãos para determinada tarefa leva o indivíduo a ter mais habilidade e confiança nesse membro o que pode ter um efeito de generalização para outras tarefas. Semelhante efeito pode ter ocorrido com as tarefas podais. Em relação às tarefas de estabilização, os três grupos etários apresentaram uma preferência podal inconsistente, com uma variabilidade que abrangeu as cinco categorias de preferência. Um estudo prévio em que também foi avaliada a preferência podal em tarefas de estabilização, foi conduzido por M.C.T. TEIXEIRA (2006) com crianças escolares entre seis e 10 anos. Similarmente aos resultados encontrados com os meninos praticantes de futebol no estudo atual, foi encontrada preferência podal inconsistente nessa categoria de tarefas.

A manutenção do padrão de diferenças nas faixas etárias avaliadas indica que a preferência podal é específica à tarefa. Em estudos anteriores foi detectada variação da preferência manual em função do tipo de tarefa ou de sua complexidade (BRYDEN, ROY & MAMOLO, 2003; MANOLO et al., 2004). Como ocorrido com a manualidade, a complexidade da tarefa pode ter influenciado significativamente a preferência podal. Analisando-se as características das tarefas utilizadas nesse estudo, é provável que em tarefas de mobilização haja uma demanda atencional maior em razão da exigência de precisão no contato com o objeto mobilizado. Desta forma, tal demanda de precisão potencialmente reforçaria a preferência pela perna na qual os sujeitos têm mais segurança e que utilizam mais na prática, ou seja, a perna preferida para o chute. Em tarefas de estabilização, aparentemente a complexidade é menor do que em tarefas de mobilização, pois não há necessidade de focar a atenção para manipular um objeto. Além disso, no controle do equilíbrio,

por haver o envolvimento do corpo como um todo, há a participação de ambos os hemisférios cerebrais. Esses fatos poderiam explicar a variabilidade e inconsistência da preferência podal encontrada, com os meninos manifestando várias categorias de preferência.

A avaliação da preferência podal no presente estudo foi desenhada com a finalidade de verificar se a idade/prática poderia reforçar a preferência podal ou, ainda, alterar o comportamento da preferência considerando-se a função diferenciada das pernas na ação do chute. A análise dos resultados revelou que nas crianças mais velhas, a prática específica do futebol por período de tempo mais longo não reforçou a preferência podal esquerda nas tarefas de estabilização nem a preferência podal direita nas tarefas de mobilização, refutando a primeira hipótese do estudo.

7.2 Assimetrias de desempenho

Outro aspecto da lateralidade analisado nesse estudo, com base em parâmetros cinemáticos, foi o das assimetrias interlaterais de desempenho na habilidade de chutar entre crianças de diferentes idades. Estudos anteriores utilizaram a cinemetria para descrever modificações das relações entre os segmentos corporais que pudessem indicar os aspectos mais relevantes envolvidos na mudança de coordenação durante a aprendizagem e o aprimoramento do chute (ANDERSON & SIDAWAY, 1994; BLOOMFIELD, ELLIOTT & DAVIES, 1979; LUHTANEN, 1987). Uma medida freqüentemente associada a indivíduos habilidosos e que, portanto, é indicativa de bom desempenho é o valor do PVL do pé de contato com a bola ou da velocidade máxima da bola. Como o movimento da perna de chute é composto por uma seqüência de movimentos próximo-distais, uma boa coordenação entre os segmentos da coxa e da perna poderia contribuir para a transferência de velocidade para o pé de execução no momento do contato com a bola. Desta forma, a relação temporal entre esses segmentos e as velocidades angulares atingidas por eles são alguns dos fatores que poderiam estar relacionados à velocidade linear do pé ou da bola (LEES, 1996). Nos resultados do estudo de ANDERSON e SIDAWAY (1994), relacionado às mudanças de coordenação

promovidas pela prática, foi verificado aumento do PVL em paralelo ao aumento do PVAJ. No entanto, não foram detectadas diferenças significativas no PVAQ. Segundo os autores existe ainda uma tendência de que com a prática o PVAQ ocorra temporalmente mais próximo do PVAJ (valores menores na variável T_{PVAJ}). ANDERSON e SIDAWAY (1994) presumiram que a prática leva a uma organização temporal mais efetiva entre joelho e quadril, o que maximizaria a resultante linear da velocidade do pé. A partir desses resultados, esperava-se que com o avanço da idade e aumento da prática específica no futebol as crianças apresentassem um modo de coordenação mais similar àquele observado em indivíduos adultos habilidosos. Quanto às assimetrias de desempenho, estudos anteriores realizados com jogadores de futebol jovens e adultos (HAALAND & HOFF, 2003; TEIXEIRA, SILVA & CARVALHO, 2003) indicam que apesar do treinamento unilateral, que melhora o desempenho com a perna mais utilizada na prática, ocorre uma melhora do desempenho com o lado não envolvido diretamente no treinamento. Esse fator aparentemente faz com que as assimetrias interlaterais não aumentem indefinidamente conforme um indivíduo pratica exclusivamente com uma de suas pernas durante longos períodos de tempo. Tal efeito também era esperado no desenvolvimento da habilidade de chutar nos grupos etários estudados.

A análise das variáveis cinemáticas indicou resultados que serão discutidos em duas sessões. Na primeira serão enfocadas as mudanças no desempenho associadas às idades, enquanto que na sessão seguinte serão enfocadas as assimetrias interlaterais.

7.2.1 Diferença do desempenho entre as idades

Os resultados indicaram valores significativamente mais elevados de PVL com o avanço da idade. Como comentado na sessão anterior, valores altos nessa variável são característicos de indivíduos habilidosos. Portanto, valores de PVL mais altos em crianças com idades mais avançadas era um resultado esperado. Em relação ao PVAJ, como descrito no estudo de ANDERSON e SIDAWAY (1994), valores elevados nessa variável parecem ser determinantes no

sucesso em realizar um chute com potência. Como os resultados não revelaram diferenças significativas entre as idades no PVAJ, aparentemente, crianças mais jovens não conseguiram transferir tão bem para o PVL as velocidades angulares de joelho, pois com velocidades similares de PVAJ as crianças mais velhas conseguiram alcançar PVLs mais elevados em relação às outras crianças. Esse resultado pode ser indicativo de que no decorrer do processo de desenvolvimento ocorre uma melhora da coordenação entre os segmentos e o movimento se torna mais eficiente e econômico. Os resultados revelaram também que VLC apresentou valores maiores em idades mais avançadas. Esse efeito era esperado por se tratar de uma variável de velocidade com comportamento semelhante ao PVL, mas que apresenta valores menores em razão da demanda de precisão do contato com a bola e do alvo a ser atingido exigir uma diminuição da velocidade. Segundo LEES (1996), velocidades maiores no contato com a bola são esperadas com o aprimoramento do chute. Esse comportamento foi observado nas crianças com o avanço da idade. Na variável TPP, intervalo de tempo entre o PVL e o instante de contato com a bola, foram observados valores menores com o avanço da idade.

Os valores observados nas diversas variáveis indicam que houve uma melhora do desempenho com o avanço da idade. As crianças mais velhas apresentaram velocidades de execução do chute mais elevadas, aparentemente resultantes de uma melhor coordenação intersegmentar. Essa melhor coordenação pode ser observada tanto nos valores menores de intervalo de tempo de ocorrência entre uma variável e outra, como no melhor aproveitamento das velocidades geradas nos segmentos proximais pelo segmento mais distal. Desta forma, ao longo do desenvolvimento as ações se tornam mais econômicas e eficientes, resultando em um melhor desempenho.

7.2.2 Assimetrias interlaterais

Os resultados indicaram diferenças interlaterais significativas favoráveis à perna direita na maioria das variáveis. Em relação ao PVL, os valores atingidos com a perna direita foram superiores. Como referido anteriormente, uma variável relacionada ao PVL e que por sua vez reflete desempenhos habilidosos, é o PVAJ.

Os valores encontrados no PVAJ foram maiores com a perna direita o que possivelmente resultou nos valores mais altos do PVL com a mesma perna. Esse resultado era esperado na medida em que a perna direita é presumidamente a perna que está mais envolvida na prática específica. Outra variável analisada foi o T_{IEJ} , variável relacionada à coordenação entre os segmentos e que representa a relação temporal entre o PVAQ e o início da extensão do joelho. Segundo o estudo realizado por LUHTANEN (1987) com jogadores de futebol juniores, o PVAQ ocorre antes do início da extensão do joelho, mesmo comportamento apresentado pela maioria dos indivíduos nesse estudo. Apesar de não terem sido detectadas diferenças significativas entre os lados no T_{IEJ} , talvez em razão dos valores altos dos desvios padrão encontrados, observou-se uma tendência de diferença favorável à perna direita, com tempos menores dessa perna em relação à perna esquerda. Esses valores menores de T_{IEJ} com a perna direita podem refletir uma melhor organização temporal entre o quadril e o joelho, o que possivelmente tenha colaborado para que os chutes com essa perna atingissem valores maiores de PVL. A análise da variável T_{PVAJ} revelou valores menores com a perna direita, indicando uma proximidade maior dos picos de velocidade angular do quadril e do joelho em relação aos mesmos picos da perna esquerda. Essa tendência de aproximação dos picos de velocidade angular de quadril e joelho com o aumento da prática foi descrita no estudo de ANDERSON e SIDAWAY (1994). Essa aproximação dos picos observada com a perna direita, possivelmente resulte em melhor transferência de velocidade para o segmento distal, ou seja, em valores maiores de PVL da perna direita em relação à esquerda. Outra variável analisada que revelou desempenho superior com a perna direita foi o TPP. Os tempos menores atingidos com a perna direita revelam que no chute com essa perna, o PVL foi mais próximo do contato com a bola, o que indica uma organização temporal mais efetiva da perna direita.

A análise do desempenho, de um modo geral, revelou uma diferença evidente favorável ao lado direito na maioria das variáveis. No entanto, quando se observa o desempenho com cada uma das pernas ao longo das idades, verifica-se que as assimetrias interlaterais apresentadas aos seis anos foram similares àquelas observadas em crianças de oito e 10 anos, apesar da prática unilateral acumulada com a perna preferida direita ser presumivelmente muito maior do que com a perna

esquerda. Aparentemente, a aprendizagem do chute com a perna direita é parcialmente transferida para a perna esquerda, mantendo estáveis as assimetrias interlaterais de desempenho nas faixas etárias avaliadas. Esses resultados confirmam a segunda hipótese do estudo. Similaridade de assimetrias motoras entre crianças de diferentes idades foi encontrada no estudo com crianças de TEIXEIRA e GASPERETTO (2002) no arremesso de potência e no estudo de TEIXEIRA et al. (1998) nas habilidades motoras relacionadas ao futebol em indivíduos praticantes da modalidade. Esses achados são indicativos, segundo TEIXEIRA e GASPERETTO (2002), de que ao mesmo tempo em que existem fatores gerando assimetrias de desempenho entre os membros, há mecanismos reguladores de controle motor que evitam que as assimetrias sejam amplificadas indefinidamente, mantendo o grau de assimetria constante independentemente da quantidade de prática ou idade. O padrão de assimetrias interlaterais observado em habilidades motoras globais, tanto no presente estudo quanto nos citados anteriormente, possivelmente esteja relacionado a mecanismos de transferência interlateral de aprendizagem. HORTOBÁGYI (2005), em um abrangente artigo de revisão sobre transferência interlateral de força muscular, descreve resultados de estudos relacionando aspectos neuroanatômicos e funcionais. Alguns dos estudos apresentados sugerem que a ativação crônica de músculos de um lado do corpo produz adaptações nos músculos homólogos do outro lado do corpo, tanto em adultos saudáveis como em indivíduos com patologias, outros indicam que conexões inter-hemisféricas e espinhais podem contribuir para a transferência interlateral (KOLTZENBURG, WALL & MCMAHON, 1999; ZHOU, 2000). HORTOBÁGYI salienta que durante a contração unilateral de músculos ocorre não somente um aumento da atividade do córtex motor contralateral, responsável principal pelo controle da ação motora, como existe também um aumento da atividade do córtex motor ipsilateral responsável pelo controle dos músculos homólogos do lado contrário do corpo. Embora as conexões do corpo caloso sejam de moderadas a densas em humanos, com a maioria das conexões inter-hemisféricas sendo inibitórias, as conexões entre músculos homólogos tendem a ser excitatórias, fornecendo bases neuroanatômicas para a transferência interlateral de aprendizagem. Segundo o mesmo autor, existe ainda a possibilidade de que a prática afete a inibição inter-hemisférica e a excitabilidade das

projeções córtico-espinhais contralaterais, efeitos que podem variar de acordo com a natureza da ativação muscular. Em relação à transferência de aspectos envolvidos na coordenação de movimentos, um dos focos de interesse do presente estudo, IMAMIZU e SHIMOJO (1995) apresentam um modelo segundo o qual a aprendizagem envolve dois níveis hierárquicos de organização da ação: o nível da tarefa e o nível do manipulador. O nível da tarefa é mais alto na hierarquia, realizando as funções de percepção, por meio do sistema visual, das coordenadas espaciais relacionadas aos objetos ou alvos no espaço de trabalho, e as de planejamento das características particulares da ação motora, como a trajetória do segmento corporal na interface com o ambiente. No nível do manipulador, os parâmetros cinemáticos devem ser transformados em parâmetros dinâmicos que especificam os torques das articulações. A principal implicação desse modelo para a transferência interlateral de aprendizagem é que se a aprendizagem motora ocorre ao nível da tarefa, independente dos parâmetros de especificação do sistema efetor, uma forte transferência interlateral pode ser esperada. Por outro lado, se a aprendizagem ocorre no nível do manipulador, uma aquisição motora específica poderia ser o resultado de prática, com uma fraca ou nula transferência interlateral de aprendizagem. No mesmo estudo, os autores apresentam evidências experimentais favoráveis à hipótese de que a aprendizagem ocorre ao nível da tarefa. TEIXEIRA e CAMINHA (2003) citam alguns estudos cujos resultados confirmam o modelo proposto por IMAMIZU e SHIMOJO (1995), mas também citam outros que apresentaram resultados contraditórios em relação aos anteriores. Segundo TEIXEIRA e CAMINHA (2003), os resultados dos estudos realizados sobre o tema sugerem que a transferência interlateral de aprendizagem não é um processo simples. Algumas funções sensório-motoras parecem ser menos dependentes do sistema efetor, enquanto outras sofrem grande declínio quando o efetor é mudado após a aprendizagem. TEIXEIRA (2006) acrescenta que, a capacidade de aumentar o desempenho com um membro através de prática com o membro contralateral homólogo indica que a aprendizagem motora, pelo menos em parte, possui independência efetora. Em outras palavras, a transferência interlateral de aprendizagem demonstra que a aquisição de proficiência motora não está totalmente

associada com o sistema muscular específico usado para gerar o movimento durante a aquisição.

8 CONCLUSÕES

Os resultados do presente estudo indicam que a preferência podal é específica à tarefa, e que tais preferências são similares entre crianças de diferentes idades. A preferência inconsistente encontrada nas tarefas de estabilização e a preferência direita consistente encontrada nas tarefas de mobilização indicam que não existe um único fator gerador de assimetrias de preferência. A “dominância” motora parece exercer um papel importante na seleção da perna em tarefas que requerem mais atenção e habilidade. No entanto, tal “dominância” não se evidencia, necessariamente, em outras tarefas com características distintas. Fatores genéticos combinados com fatores ambientais, especificamente em relação a esse estudo, contexto e complexidade da tarefa, podem influenciar a preferência podal dos indivíduos. A idade dos indivíduos, bem como a prática específica acumulada ao longo dos anos, não exerceu influência no comportamento da podalidade, uma vez que não foram encontradas diferenças entre os grupos etários. A característica da tarefa parece ter exercido maior influência sobre os outros fatores na determinação da preferência podal.

Os resultados do estudo sobre o desenvolvimento de assimetrias de desempenho na habilidade motora de chutar uma bola com potência permitem concluir que as assimetrias interlaterais são semelhantes entre as idades. As assimetrias interlaterais observadas nos indivíduos mais jovens foram similares às aquelas observadas nos indivíduos mais velhos. Desta forma, a ausência de assimetrias crescentes em função do aumento da idade sugere que o chute é desenvolvido bilateralmente durante a infância, apesar das experiências motoras serem, com grande probabilidade, predominantemente unilaterais.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, D.I.; SIDAWAY, B. Coordination changes associated with practice of a soccer kick. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, Washington, v. 65, n. 2, p. 93-9, 1994.
- ANNETT, M. The growth of manual preference and speed. *British Journal of Psychology*, Cambridge, v. 61, n.4, p.545-58, 1970.
- _____. Genetic and nongenetics influences and handedness. *Behavior Genetics*, New York, v.8, p.227-49, 1978.
- ANNETT, J.; ANNETT, M.; HUDSON, P.T.W.; TURNER, A. The control of movement in the preferred and non-preferred hands. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, Cambridge, v.31, p.641-52, 1979.
- ANNETT, M.; TURNER, A. Laterality and the growth of intellectual abilities. *British Journal of Educational Psychology*, Baltimore, v.44, p.37-46. 1974.
- AUGUSTYN, C.; PETERS, M. On the relation between footedness and handedness. *Perceptual and Motor Skills*, Missoula, v.63, p.1115-18, 1986.
- BARNESLEY, R.H.; RABINOVITCH, R.H. Handedness: proficiency versus stated preference. *Perceptual and Motor Skills*, Missoula, v.30, p.343-62, 1970.
- BARTHÉLÉMY, S.; BOULINGUEZ, P. Manual asymmetries in the directional coding of reaching: further evidence for hemispatial effects and right hemisphere dominance for movement planning. *Experimental Brain Research*, Berlin, v.147, p.305-12, 2002.
- BELL, J.; GABBARD, C. Foot preference changes through adulthood, *Laterality*, v.5, n.1, p.63-8, 2000.
- BLOOMFIELD, J.; ELLIOTT. B.C.; DAVIES, C.M. Development of the soccer kick: a cinematographical analysis. *Journal of Human Movement Studies*, London, v.5, p.152-59, 1979.

- BOROD, J.C.; CARON, H.S.; KOLFF, E. Left-handers and right-handers compared on performance and preference measures of lateral dominance. *British Journal of Psychology*, Cambridge, v.75, 177-86, 1984.
- BRYDEN, P.J.; PRYDE, K.; ROY, E.A. A performance measure of the degree of hand preference. *Brain and Cognition*, New York, v.44, p.402–14, 2000.
- BRYDEN, P.J.; ROY, E.A. Unimanual performance across age span. *Brain and Cognition*, New York, v.57, p.26-9, 2005.
- BRYDEN, P. J.; ROY, E. A.; MAMOLO, C. M. The effects of skill demands and object characteristics on the distribution of preferred hand reaches in working space. *Brain and Cognition*, New York, v.53, p.111–12, 2003.
- CAREY, D.P.; SMITH, G.; SMITH, D.T.; SHEPHERD, J.W.; SKRIVER, J.; ORD, L.; RUTLAND, A. Footedness in world soccer: analysis of France' 98. *Journal of Sports Sciences*, London, v. 19, p.855-64, 2001.
- CARSON, R.G. Manual asymmetries: feedback processing, output variability, and special complexity-resolving some inconsistencies. *Journal of Motor Behavior*, Washington, v.21, n.1, p.38-47, 1989.
- CARSON, R.G.; CHUA, R.; ELLIOTT, D.; GOODMAN, D. The contribution of vision to asymmetries in manual aiming. *Neuropsychologia*, Elmsford, v.28, n.11, p.1215-20, 1990.
- CARSON, R.G.; GOODMAN, D.; CHUA, R.; ELLIOTT, D. Asymmetries in the regulation of visually guided aiming. *Journal of Motor Behavior*, Washington, v.25, n.1, 21-32, 1993.
- CIONI, G.; PELLEGRINETTI, G. Lateralization of sensory and motor functions in human neonates. *Perceptual and Motor Skills*, Missoula, v.54, p.1151-58, 1982.
- COLLINS, R.L. When left-handed mice live in the right-handed worlds. *Science*, Washington, v.187, p.181- 4, 1975.

- COREN, S.; PORAC, C.; DUNCAN, P. Lateral preferences behaviors in preschool children and young adults. *Child Development*, Lafayette, v.52, p.443-50, 1981.
- DENCKLA, M.B. Development of motor co-ordination in normal children. *Developmental Medicine and Child Neurology*, London, v.16, p.720-42, 1974.
- DOMELLOF, E.; RÖNNQVIST, L.; HOPKINS, B. Functional asymmetries in the stepping response of the human newborn: a kinematic approach. *Experimental Brain Research*, Berlin, v.174, n.2, 2006. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/3w75j0761r13m121>>. Acesso em: 10 jan. 2007.
- EDWARDS, J.M.; ELLIOTT, D. Effect of unimanual training on contralateral overflow in children and adults. *Developmental Neuropsychology*, v.3, p.299-309, 1987.
- ELLIOTT, D.; CHUA, R.; POLLOCK, B.J.; LYONS, J. Optimizing the use of vision in manual aiming: the role of practice. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, Cambridge, v.45 a, n.1, p.72-83, 1995.
- ELLIOTT, D.; ROY, E.A.; GOODMAN, D.; CARSON, R.G.; CHUA, R.; MARAJ, B.K.V. Asymmetries in the preparation and control of manual aiming movements. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, Ontario, v.47, n.3, p.570-89, 1993.
- FLOWERS, K. Handedness and controlled movement. *British Journal of Psychology*, Cambridge, v.66, n.1, 39-52, 1975.
- GABBARD, C. Foot laterality in children, adolescents and adults. *L laterality*, v.1, n.3, p.199-206, 1996.
- GABBARD, C.; BONFIGLI, D. Foot laterality in four year-olds. *Perceptual and Motor Skills*, Missoula, v.65, p.943-6, 1987.

- GABBARD, C.; HART, S. Foot-tapping speed in children ages 4 to 6 years. *Perceptual and Motor Skills*, Missoula, v.77, p.91-4, 1993.
- _____. Foot performance of right-and left-handers: a question of environmental influence. *Perceptual and Motor Skills*, Missoula, v.80, p.671-4, 1995.
- _____. A question of foot dominance. *The Journal of General Psychology*, Worcester, v.123, n. 4, p.289-96, 1996.
- GABBARD, C.; HELBIG, C.R. What drives children's limb selection for reaching. *Experimental Brain Research*, Berlin, v.156, p.325-32, 2004.
- GABBARD, C.; ITEYA, M. Foot laterality in children, adolescents, and adults. *Laterality*, V.1, n.2, 1996.
- GABBARD, C.; ITEYA, M.; RABB, C. A lateralized comparison of handedness and object proximity. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, Ontario, v.51, n. 2, p.176-80, 1997.
- GABBARD, C.; RABB, C. What determines choice of limb for unimanual reaching movements? *The Journal of General Psychology*, Worcester, v.127, n. 2, p.178-84, 2000.
- GABBARD, C.; TAPIA, M.; HELBIG, C.R. Task complexity and limb selection in reaching. *International Journal of Neuroscience*, New York, v.113, n.2, p.143-52, 2003.
- GENTRY, V.; GABBARD, C. Foot-preference behavior: a developmental perspective. *Journal of General Psychology*, Worcester, v.122, n.1, 37-45, 1995.
- GILBERT, A.N.; WYSOCKI, C.J. Hand preference and age in the United States. *Neuropsychologia*, Elmsford, v.30, n.7, p.601-8, 1992.
- HAALAND, E.; HOFF, J. Non-dominant leg training improves the bilateral motor performance of soccer players. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, Copenhagen, v.13, p.179-84, 2003.

HART, S.; GABBARD, C. Examining the stabilizing characteristics of footedness. *Laterality*, v.2, n.1, p.17-26, 1997.

HEPPER, P.G.; WELLS, D.L.; LYNCH, C. Prenatal thumb sucking is related to postnatal handedness, *Neuropsychologia*, Elmsford, v.43, n. 3, 313-15, 2004.

HOFFMANN, E.R.; CHANG, W.Y.; YIM, K.Y. Computer mouse operation: is the left-handed user disadvantaged? *Applied Ergonomics*, Oxford, v.28, n.4, p.245-48, 1997.

HORTOBÁGYI, T. Cross Education and the human central nervous system: mechanisms of unilateral interventions producing contralateral adaptations. *Engineering in Medicine and Biology Magazine*, New York, v.24, n.1, p.22-28, 2005.

IMAMIZU, H.; SHIMOJO, S. The locus of visual-motor learning at the task at the manipulator level: implications for intermanual transfer. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, Washington, v.21, n.4, p.719-33, 1995.

ITEYA, M.; GABBARD, C.; OKADA, M. Lower-limb speed and foot preference in children. *Perceptual and Motor Skills*, Missoula, v.81, p.1115-18, 1995.

KOLTZENBURG, M.; WALL, P.D.; MCMAHON, S.B. Does the right side know what the left is doing? *Trends in Neurosciences*, New York, vol.22, n.3, p.122–27, 1999.

LECONTE, P.; FAGARD, J. Influence of object spatial location and task complexity on children's use of their preferred hand depending on their handedness consistency, *Developmental Psychobiology*, New York, v.45, p.51-8, 2004.

_____. Which factors affect hand selection in children's grasping in hemispace? Combined effects of task demand and motor dominance, *Brain and Cognition*, New York, v.60, p. 88-93, 2006.

- LEES, A. Biomechanics applied to football skills. In: REILLY, T. (Ed.) *Science and football*, London: E. & F.N. Spon, 1996. p.123-33.
- LEVY, J. A review of evidence for a genetic component in the determination of handedness. *Behavior Genetics*, New York, v.6, n. 4, p.429-53, 1976.
- LONGONI, A.M.; ORSINI, L. Lateral preferences in preschool children: a research note. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, New York, v.29, n.4, p.533-39, 1988.
- LUHTANEN, P. Kinematics and kinetics of maximal instep kicking in junior soccer players. In: REILLY, T. et al. (Eds.). *Science and football*. London: E. & F.N. Spon, 1987. p.441-48.
- MANOLO, C.M.; ROY, E.A.; BRYDEN, P.M.; ROHR, L.E. The effects of skill demands and object position on the distribution of preferred hand reaches. *Brain and Cognition*, New York, v.55, p.349–51, 2004.
- MCGONIGLE, B.O.; FLOOK, J. The learning of hand preferences by squirrel monkey. *Psychological Research*, Berlin, v.40, p.93-8, 1978.
- MELEKIAN, B. Lateralization in the newborn at birth: asymmetry of the stepping reflex. *Neuropsychologia*, Elmsford, v.19, p.707-11, 1981.
- MICHEL, G.F.; HARKINS, D.A. Postural and lateral asymmetries in the ontogeny of handedness during infancy. *Developmental Psychobiology*, New York, v.19, n. 3, p.247-58, 1986.
- MORANGE-MAJOUX, F.; PEZE, A.; BLOCH, H. Organization of left and right hand movement in a prehension task: a longitudinal study from 20 to 32 weeks. *Laterality*, v.5, n.4, p.351-62, 2000.
- OLDFIELD, R.C. The assessment and analysis of handedness: the Edinburg Inventory. *Neuropsychologia*, Elmsford, v.9, p.97-113, 1971.

PERELLE, I.B.; EHRMAN, L.; MANOWITZ, J.W. Human Handedness: The influence of learning. *Perceptual and Motor Skills*, Missoula, v.53, p.967-77, 1981.

PETERS, M. Prolonged practice of a simple motor task by preferred and nonpreferred hands. *Perceptual and Motor Skills*, Missoula, v.43, p.447- 50, 1976.

_____. Why the preferred hand taps more quickly than the non-preferred hand: Three experiments on handedness. *Canadian Journal of Psychology*, Toronto, v.34, n.1, p.62-71, 1980.

_____. Handedness: effect of prolonged practice on between hand performance differences, *Neuropsychologia*, Elmsford, v.19, n.4, p.587-90, 1981.

_____. Footedness: Asymmetries in foot preferences and skill and neuropsychological assessment of foot movement. *Psychological Bulletin*, Washington, v.103, n. 2, 179-92, 1988.

PETERS, M.; DURDING, B.M. Footedness of left-and right-handers. *American Journal of Psychology*, Austin, v.92, n.1, p.133-42, 1979.

PETERS, M.; IVANOFF, J. Performance asymmetries in computer mouse control of right-handers, and left-handers with left- and right-handed mouse experience. *Journal of Motor Behavior*, Washington, v.31, n.1, p.86-94, 1999.

PETERS, M.; PETRIE, B.F. Functional asymmetries in the stepping reflex of human neonates. *Canadian Journal of Psychology*, Toronto, v.33, p.198-200, 1979.

PETRIE, B.F.; PETERS, M. Handedness: left / right differences in intensity of grasp response and duration of rattle holding in infants. *Infant Behavior and Development*, Norwood, v.3, p.215-21, 1980.

PORAC, C. Are age trends in adult hand preference best explain by developmental shifts or generational differences? Canadian Journal of Experimental Psychology, Ontario, v.47, n.4, p.697-713, 1993.

PORAC, C.; COREN, S.; DUNCAN, P. Life-span age trends in laterality. Journal of Gerontology, Washington, v.35, p.715-21, 1980.

PORAC, C.; COREN, S.; SEARLEMAN, A. Environmental factors in hand preference formation: evidence from attempts to switch the preferred hand. Behavior Genetics, New York, v.16, n.2, p.251-61, 1986.

PORAC, C.; COREN, S.; STEIGER, J.H.; DUNCAN, P. Human laterality: a multidimensional approach. Canadian Journal of Psychology, Toronto, v.34, n. 1, p.91-6, 1980.

PREILOWISKI, B. Cerebral asymmetry, interhemispheric interaction and handedness: second thoughts about comparative laterality research with nonhuman primates, about theory and some preliminary results. In: WARD, J.P; HOPKINS, W.D. (Eds.), Primate laterality: current behavioral evidence of primate asymmetries. New York: Springer – Verlag, 1993. p.125-48.

PROVINS, K.A. The specificity of motor skill and manual asymmetry: a review of the evidence and its implications. Journal of Motor Behavior, Washington, v.29, p.183-92, 1997a.

PROVINS, K.A. Handedness and speech: a critical reappraisal of the role of genetic and environmental factors in the cerebral lateralization of function. Psychological Review, Washington, v.104, n. 3, p.554-71, 1997b.

PROVINS, K.A.; GLENROSS, D.J. Handwriting, typewriting and handedness. Quarterly Journal of Experimental Psychology, London, v.20, p.282-89, 1968.

PROVINS, K.A.; MILNER, A.D.; KERR, P. Asymmetry of manual preference and performance. Perceptual and Motor Skills, Missoula, v.54, p.179-94, 1982.

PRYDE, K. M.; BRYDEN, P. J.; ROY, E. A. A developmental analysis of the relationship between hand preference and performance: I. preferential reaching into hemispace. *Brain and Cognition*, New York, v.43, p.370 -74, 2000.

REIß, M.; REIß, G. Lateral preferences in German population. *Perceptual and Motor Skills*, Missoula, v.85, p.569-74, 1997.

RIGAL, R.A. Which handedness: preference or performance. *Perceptual and Motor Skills*, Missoula, v.75, p.851-66, 1992.

ROY, E.A.; ELLIOTT, D. Manual asymmetries in visually directed aiming. *Canadian Journal of Psychology*, Toronto, v.40, p.109-21, 1986.

SALAZAR, P.S.; KNAPP, R.K. Preferred and nonpreferred hand skill in performing four industrial tasks. *Human Performance*, Hillsdale, v.9 n.1, 65-75, 1996.

TAN, L.E. Laterality and motor skills in four-year-olds. *Child Development*, Lafayette, vol.56, p.119-24, 1985.

TEIXEIRA, L.A. Lateralidade e comportamento motor: assimetrias laterais de desempenho e transferência interlateral de aprendizagem. 2001. Tese de Livre-Docência - Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo.

TEIXEIRA, L.A. Intermanual transfer of timing control between tasks holding different levels of motor complexity. *L laterality*, v.11, p.43-56, 2006.

TEIXEIRA, L.A.; CAMINHA, L.Q. Intermanual transfer of force control is modulated by asymmetry of muscular strength. *Experimental Brain Research*, Berlin, v.149, n.3, p.312-19, 2003.

TEIXEIRA, L.A.; CHAVES, C.E.O.; SILVA, M.V.M.; CARVALHO, M.A. Assimetrias laterais no desempenho de habilidades motoras relacionadas ao futebol. *Kinesis*, Santa Maria, v.20, p.77-92, 1998.

TEIXEIRA, L.A.; GASPARETTO, E.R. Lateral asymmetries in the development of the overarm throw. *Journal of Motor Behavior*, Washington, v.34, n.2, p.151-60, 2002.

TEIXEIRA, L.A.; PAROLI, R. Assimetrias laterais em ações motoras: preferência versus desempenho. *Motriz*, Rio Claro, v.6, n.1, p.1-8, 2000.

TEIXEIRA, L.A.; SILVA, M.V.M.; CARVALHO, M.A. Reduction of lateral asymmetries in dribbling: the role of bilateral practice. *L laterality*, v.8, n.1, p.53-65, 2003.

TEIXEIRA, L.A.; TEIXEIRA, M.C.T. Alteração da preferência manual e assimetria motora em função de prática unilateral de movimentos seqüenciais de dedos. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*, São Paulo, v.20, p.297, 2006. Suplemento n.5. Anais do 11. CONGRESSO DE CIÊNCIAS DO DESPORTO E EDUCAÇÃO FÍSICA DOS PAÍSES DE LÍNGUA PORTUGUESA, 2006 apresentado em São Paulo.

TEIXEIRA, M.C.T. O desenvolvimento da preferência podal em função das características de mobilização e estabilização da tarefa em escolares. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*, São Paulo, v.20, p.329, 2006. Suplemento n.5. Anais do 11. CONGRESSO DE CIÊNCIAS DO DESPORTO E EDUCAÇÃO FÍSICA DOS PAÍSES DE LÍNGUA PORTUGUESA, 2006.

TODOR, J.I.; CISNEROS, J. Accommodation to increased accuracy demands by the right and left hands. *Journal of Motor Behavior*, Washington, v.17, p.355–72, 1985.

TODOR, J.I.; KYPRIE, P.M. Hand differences in the rate and variability of rapid tapping. *Journal of Motor Behavior*, Washington, v.12, p.57-62, 1980.

WARREN, J.M. The development of paw preference in cats and monkeys. *The Journal of Genetic Psychology*, Worcester, v.93, p.229-36, 1958.

WATSON, N.V.; KIMURA, D. Right-hand superiority for throwing but not for intercepting. *Neuropsychologia*, Elmsford, v.27, n.11/12, p.1399-1414, 1989.

WELLER, M.P.; LATIMER – SAYER, D.T. Increasing right hand dominance with age on a motor skill task. *Psychological Medicine*, London, v.15, p.867-72, 1985.

WESTWOOD, D.A.; ROY, E.A.; BRYDEN, P.J. Posture and target location effects on manual preference, *Brain and Cognition*, New York, v.43, p.421-25, 2000.

ZHOU, S. Chronic neural adaptations to unilateral exercise: Mechanisms of cross education. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, Baltimore, v. 28, n.4, p. 177–84, 2000.

ANEXO I - Formulário de consentimento.

**ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE
DA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

I - DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU RESPONSÁVEL LEGAL

1. NOME DO INDIVÍDUO:

DOCUMENTO DE IDENTIDADE Nº: SEXO: M F

DATA NASCIMENTO:/...../.....

ENDEREÇO: Nº APTO

BAIRRO:..... CIDADE:.....

CEP:..... TELEFONE: DDD (.....).

2. RESPONSÁVEL LEGAL:

NATUREZA (grau de parentesco, tutor, curador, etc.):.....

DOCUMENTO DE IDENTIDADE:..... SEXO: M F

DATA DE NASCIMENTO:/...../.....

ENDEREÇO: Nº APTO

BAIRRO:..... CIDADE:.....

CEP:..... TELEFONE:DDD (.....).

II - DADOS SOBRE A PESQUISA CIENTÍFICA

1. TÍTULO DO PROJETO DE PESQUISA: “Desenvolvimento da preferência podal e de assimetrias laterais de desempenho na tarefa de chute de potência”.

2. PESQUISADOR RESPONSÁVEL: Luis Augusto Teixeira

3. CARGO/FUNÇÃO: Professor Associado no Departamento de Biodinâmica da Escola de Educação Física e Esporte – USP

4. AVALIAÇÃO DO RISCO DA PESQUISA:

RISCO MÍNIMO	x	RISCO MÉDIO
--------------	---	-------------

RISCO BAIXO	RISCO MAIOR
-------------	-------------

(probabilidade de que o indivíduo sofra algum dano como consequência imediata ou tardia do estudo)

5. DURAÇÃO DA PESQUISA: 60 minutos

ANEXO I - Formulário de consentimento (cont.).

III - EXPLICAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

1. Objetivo do estudo: O objetivo deste projeto é analisar preferências podais e assimetrias de desempenho na tarefa de chutar em meninos de 6 a 10 anos de idade com prática regular em futebol. Mais especificamente, teremos como objetivos: (1) analisar o desenvolvimento da preferência podal em tarefas diversas de estabilização e de mobilização; (2) analisar o desenvolvimento de assimetrias laterais de desempenho na habilidade de chutar, com base em parâmetros cinematográficos; e (3) analisar a correlação entre assimetria de preferência e assimetria de desempenho motor.
2. Procedimentos: Inicialmente será avaliada a preferência podal através de uma série de tarefas exigindo o uso de um dos pés para sua execução. As crianças serão divididas em grupos e realizarão as 8 tarefas em forma de circuito. Depois será feito um aquecimento localizado para a musculatura principal, durante um período de 15 minutos, e no final dessa etapa preparatória serão realizados chutes de potência, usando-se marcadores (bolinhas de isopor) nas articulações. A fim de obter um bom contraste com os marcadores, serão utilizados vestimentas e tênis pretos fornecidos pelo pesquisador. Na parte principal, os participantes terão 3 tentativas com cada perna para realizar chutes de potência máxima. Serão feitas inicialmente 3 tentativas com uma perna e depois 3 com a outra perna, havendo um intervalo mínimo de repouso de 1 min. entre duas tentativas sucessivas.
3. Desconfortos e riscos esperados: pequena fadiga muscular no decorrer do teste e no dia seguinte.

IV - ESCLARECIMENTOS SOBRE GARANTIAS DO SUJEITO DA PESQUISA:

1. Acesso, a qualquer tempo, às informações sobre procedimentos, riscos e benefícios relacionados à pesquisa, inclusive para dirimir eventuais dúvidas;
2. Liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento e de deixar de participar do estudo, sem que isto traga prejuízo à continuidade da assistência;
3. Salvaguarda da confidencialidade, sigilo e privacidade; e
4. Disponibilidade de assistência no HU ou HCFMUSP, por eventuais danos à saúde, decorrentes da pesquisa.

ANEXO I - Formulário de consentimento (cont.).

V - INFORMAÇÕES DE NOMES, ENDEREÇOS E TELEFONES DOS RESPONSÁVEIS PELO ACOMPANHAMENTO DA PESQUISA.

O sujeito poderá entrar em contato com o coordenador do estudo, Prof. Luis Augusto Teixeira, para qualquer informação sobre a pesquisa bem como no caso de intercorrências clínicas e reações adversas no tel: 3091 2129 e com Maria Cândida Tocci Teixeira no tel: 50411190 / 98131960

VI - OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES: não se aplica

VII - CONSENTIMENTO PÓS-ESCLARECIDO

Declaro que, após convenientemente esclarecido pelo pesquisador e ter entendido o que me foi explicado, consinto em participar do presente Projeto de Pesquisa.

assinatura do responsável legal

assinatura do pesquisador
(carimbo ou nome legível)

ANEXO II - Tabelas.Tabela 1 - Escores individuais de preferência podal para as tarefas de estabilização, mobilização geral (g) e mobilização específica (e).

	Estabilização	Mobilização-g	Mobilização-e
6 anos	5	5	5
	4,33	4,67	4,33
	2,33	5	5
	3,67	5	5
	4,67	5	5
	5	5	5
	1,67	5	5
8 anos	2,33	5	5
	3	5	5
	2,33	5	5
	4	5	5
	4	5	5
	2,33	5	5
	3	5	5
10 anos	1,67	4,44	5
	1	4,33	5
	2,33	5	5
	2,33	5	5
	2,33	5	4,33
	4,33	5	5
	1,67	3,33	4,67

ANEXO II – Tabelas (cont.).

Tabela 2 - Médias e desvios padrão (entre parênteses) do desempenho da perna direita e esquerda nas variáveis, dos três grupos etários.

	6 anos		8 anos		10 anos	
	Direita	Esquerda	Direita	Esquerda	Direita	Esquerda
PVL (m/s)	8,49 (0,91)	8,05 (0,93)	9,12 (0,88)	8,11 (0,75)	10,12 (1,02)	9,22 (0,75)
VLC (m/s)	4,93 (1,15)	4,96 (0,99)	5,46 (0,49)	5,05 (0,74)	6,85 (0,86)	6,46 (1,00)
TPP (ms)	35 (2)	39 (7)	34 (2)	39 (6)	31 (4)	34 (8)
PVAQ (graus/s)	633,54 (144,68)	584,14 (192,63)	596,81 (185,92)	522,26 (157,55)	623,03 (159,39)	542,89 (174,82)
PVAJ (graus/s)	1277,26 (257,96)	1106,09 (206,04)	1235,15 (271.19)	980,71 (206.46)	1233,63 (187.99)	1034,62 (201.09)
T _{IEJ} (ms)	9 (11)	20 (23)	9 (7)	14 (10)	12 (16)	13 (6)
T _{PVAJ} (ms)	70 (12)	81 (11)	71 (17)	82 (10)	65 (17)	78 (10)

PVL- pico de velocidade linear do pé, VLC- velocidade linear no contato do pé com a bola, TPP- tempo pós-pico de velocidade, PVAQ- pico de velocidade angular do quadril, PVAJ- pico de velocidade angular do joelho, Tiej- tempo de início da extensão do joelho em relação à ocorrência do PVAQ, Tpvaj- tempo de ocorrência do PVAJ em relação ao tempo de ocorrência do PVAQ.

ANEXO II – Tabelas (cont.).

Tabela 3 - Valores de F obtidos na análise de variância nos dois fatores (idade e perna) para cada uma das variáveis dependentes, e respectivos níveis de significância.

	Idade		Perna		I x P	
	F	p	F	p	F	p
PVL	6,90	0,005	23,57	0,001	1,15	0,33
VLC	10,62	0,001	2,19	0,15	0,69	0,51
TPP	3,46	0,05	6,75	0,016	0,02	0,97
PVAQ	0,25	0,77	2,78	0,10	0,053	0,94
PVAJ	0,13	0,87	32,32	0,001	0,16	0,85
T_{IEJ}	0,11	0,88	3,16	0,089	0,77	0,47
T_{PVAJ}	0,60	0,55	10,73	0,003	0,05	0,95