

## ***Prática Diferencial e Assimetrias Laterais em Tarefas Motoras Relacionadas ao Futebol***

**Resumo.** *A influência do diferencial de prática entre os lados preferido e não-preferido do corpo sobre a modificação de assimetrias laterais foi investigada em habilidades motoras bem aprendidas relacionadas ao futebol em jogadores adolescentes de 12 a 14 anos de idade. Os participantes tinham prática extensiva nas habilidades do futebol previamente ao ingresso no experimento e receberam treinamento adicional nessas habilidades por duas horas por dia, cinco dias por semana, por um período de quatro meses. Durante o treinamento os participantes foram designados a um de dois grupos: prática com ênfase na perna preferida (PP), ou prática com ênfase na perna não-preferida (PNp). As assimetrias laterais de desempenho foram avaliadas, antes e depois do treinamento, em três tarefas motoras: chute de potência, chute de precisão e velocidade de condução de bola. A análise dos resultados indicou uma assimetria consistente de desempenho através dos testes, favorecendo a perna preferida. A assimetria de desempenho foi mantida em um nível constante entre os testes para as tarefas de chute em ambos os grupos. Para velocidade de condução de bola, entretanto, o índice de assimetria lateral foi reduzido do pré para o pós-teste apenas no grupo PNp, o que foi devido à taxa mais elevada de ganho em desempenho com a perna não-preferida durante o período de prática. Esses resultados são indicativos do papel desempenhado pela prática diferencial no estabelecimento de assimetrias laterais de desempenho.*

**Abstract.** *Differential Practice and Lateral Asymmetries in Motor Tasks Related to Soccer. The influence of differential practice with the preferred and nonpreferred body sides on the modification of lateral asymmetries was investigated in overlearned motor skills related to soccer in 12- to 14-year-old adolescent players. The participants had extensive practice before entering the experiment and were trained for two hours per day, five times per week, for a period of four months. During the training, the participants were assigned to one of two groups: practice with emphasis on the preferred leg (PL), or practice with emphasis on the nonpreferred leg (NpL). Lateral asymmetries of performance were assessed, before and after training, on three motor tasks: kicking for distance, kicking for accuracy, and speed of dribbling. The analysis of the results indicated a consistent asymmetry of performance throughout the tests, favoring the preferred leg. The asymmetry of performance was maintained at a constant level across the tests for the kicking tasks in both groups. For speed of dribbling, however, the index of lateral asymmetry was reduced from the pre to the posttest in the NpL group only, which was due to the higher rate of improvement with the nonpreferred leg during the period of practice. These results are indicative of the role played by differential practice in establishing lateral asymmetries of performance.*

## Exposição do problema

Uma suposição básica no campo de estudo de comportamento motor é que existe um hemisfério cerebral dominante para controle motor. A idéia de dominância cerebral, grosso modo, implica que um hemisfério cerebral, geralmente o esquerdo, possui uma capacidade superior de exercer controle sobre a porção contralateral do corpo, produzindo movimentos mais rápidos, precisos e melhor coordenados. Dessa suposição, algumas conseqüências deveriam ser esperadas na aprendizagem de uma habilidade motora bilateralmente com as mesmas condições e quantidade de prática com os lados dominante e não-dominante: (a) como se supõe que o lado dominante possui uma capacidade superior de controle, o desempenho com o lado dominante deveria ser sempre superior, mesmo antes de alguma prática específica em uma dada tarefa; (b) como se supõe que o potencial para o desempenho refinado é mais elevado para o lado dominante, a taxa de aprendizagem com ele deveria também ser superior, gerando uma curva de aprendizagem com maior inclinação; (c) pela mesma razão, o desempenho com o lado dominante deveria atingir um platô mais elevado ao final da aprendizagem; e (d) como um dos principais subprodutos, o processo de aprendizagem deveria produzir aumentos crescentes de assimetrias laterais de desempenho. Evidência experimental, entretanto, tem mostrado que a superioridade de desempenho com o lado dominante não é universal como se tem assumido.

Em relação à comparação interlateral de desempenho antes de se praticar uma tarefa, superioridade consistente com o lado dominante tem sido mostrada apenas em algumas tarefas, tais como toques manuais (Hammond, Bolton, Plant & Manning, 1988; Peters, 1980, 1981; Teixeira & Paroli, 2000; Todor & Kyprie, 1980; Truman & Hammond, 1990) e tarefas relacionadas à escrita manual (Provins & Glencross, 1968; Rigal, 1992; Teixeira, 2001). Por outro lado, diversos achados têm indicado desempenho simétrico na comparação entre as mãos, mais especificamente no uso de informação visual para controle manual (Carson, Chua, Elliott & Goodman, 1990; Carson, Goodman & Elliott, 1992; Roy & Elliott, 1986, 1989), desempenho em algumas tarefas industriais (Salazar & Knapp, 1996), força de prensão manual (Provins, Milner & Kerr, 1982), controle de força (Teixeira, 1993), tempo de reação para tarefas simples e complexas (Teixeira, Gasparetto & Sugie, 1999) e na interceptação do vôo de uma bola (Watson & Kimura, 1989). Esses resultados indicam que, para muitas das tarefas em que não existe experiência prévia, o desempenho simétrico entre os lados direito e esquerdo do corpo é uma característica mais comum do que uma nítida superioridade com o lado dominante.

Quando são comparados os perfis de desempenho durante a aquisição de uma habilidade motora, levando-se em consideração a taxa de aprendizagem e o nível mais elevado de desempenho atingido, simetria lateral tem sido observada em diferentes tarefas. Peters (1976), empregando uma tarefa de toques manuais, demonstrou que o nível superior de desempenho foi o mesmo entre as mãos após extensiva quantidade de prática, a despeito de uma vantagem inicial com a mão considerada dominante. Evidência adicional para um potencial similar de desempenho na comparação entre as mãos em tarefas sincronizatória (Teixeira, 2000), de controle de força (Teixeira, 1993) e na prensão de uma bola em movimento (Teixeira, 1999),

condições em que o desempenho inicial, curvas de aprendizagem e o nível mais elevado de desempenho foram estritamente simétricos. Particularmente para a tarefa de agarrar uma bola em movimento (Teixeira, 1999), os participantes praticaram uma tarefa de alcançar e agarrar uma bola de tênis de mesa usando apenas os dedos indicador e polegar, em um movimento de pinça. Essa tarefa foi praticada com a mão dominante ou não-dominante, e após a prática os participantes foram testados com a mão contralateral. Os resultados revelaram que, contrariamente às expectativas dos próprios participantes, o desempenho com a mão não-dominante foi tão preciso quanto aquele com a mão dominante em todas as fases do experimento. Na tarefa de transferência intermanual o declínio de desempenho foi de mesma magnitude nas duas direções de transferência, o que gerou assimetrias laterais equivalentes favoráveis à mão usada para praticar a tarefa.

A última suposição baseada no princípio de dominância lateral universal, isto é, incremento na assimetria lateral conforme um indivíduo pratica mais e mais uma tarefa motora, também não é suportado por evidência empírica. Uma assimetria de desempenho crescente em função do aumento de prática seria algo esperado em habilidades esportivas em que se requer o uso assimétrico do corpo, tal como o arremesso no handebol e basquetebol, e o chute no futebol. Essas são todas situações em que, além da suposta capacidade superior para desempenho e aprendizagem, o lado dominante é mais frequentemente usado do que o lado não-dominante. Essa questão foi investigada pela comparação das assimetrias laterais de desempenho em tarefas motoras relacionadas ao futebol, em jogadores de 12 a 16 anos de idade (Teixeira et alii, 1998). Os resultados não mostraram qualquer variação sistemática de assimetria lateral de desempenho através das idades, com uma diferença proporcional estável na comparação entre as pernas. Tais resultados sugerem que, mesmo em condições de prática unilateral com o membro preferido, não existe um aumento na diferença de qualidade de desempenho entre os dois lados do corpo como resultado de aprendizagem.

A partir desses resultados, fica aparente que a dominância lateral não é um fator geral intrinsecamente determinando a relação de desempenho entre os dois lados do corpo. Pelo contrário, os dados apresentados acima indicam que as assimetrias laterais de desempenho são fortemente influenciadas por fatores ambientais, particularmente a quantidade diferencial de prática específica em uma dada tarefa entre membros contralaterais homólogos. O desenvolvimento de assimetrias laterais de desempenho bem estabelecidas em muitas tarefas esportivas complexas, assim, pode ser primariamente consequência de inúmeras tentativas de prática em que os segmentos corporais do lado preferido desempenharam o papel principal. Em caso afirmativo, assimetrias laterais seriam mais bem caracterizadas como um estado moldado pela frequência com que cada lado do corpo é empregado na execução da tarefa, ao invés de uma relação imutável de desempenho entre os dois lados do corpo determinada de forma endógena. Como evidência para modificabilidade da assimetria lateral de desempenho motivada por prática específica foi apresentada acima, um passo adiante no conhecimento desse tema consiste em investigar em que extensão assimetrias laterais desenvolvidas ao longo de vários anos de prática são mutáveis como resultado de aumento de prática com o membro não-

preferido. Particularmente para os propósitos desse estudo, foi investigado se assimetrias laterais estabelecidas durante a prática de longa duração em habilidades motoras relacionadas ao futebol são passíveis de modificação como efeito do aumento da quantidade de treinamento com a perna não-preferida.

## Método

### Participantes

Participaram do estudo adolescentes de 12 (n = 8), 13 (n =7) e 14 (n = 9) anos de idade, do sexo masculino, com prática extensiva em futebol. Todos eles praticavam futebol regularmente (cinco dias por semana) no período precedente à aquisição de dados, em um programa conduzido no Centro de Práticas Esportivas da Universidade de São Paulo. Os pais dos adolescentes forneceram consentimento informado como pré-requisito para participação na pesquisa.

### Tarefas

Foram empregadas três tarefas motoras no estudo: velocidade de condução de bola, chute de precisão e chute de potência. Essas tarefas foram executadas com uma bola de futebol júnior possuindo medidas oficiais, tendo 65 cm de circunferência e pesando aproximadamente 350 g. A descrição das tarefas é apresentada a seguir:

*Velocidade de condução.* Os adolescentes eram solicitados a conduzir a bola sobre um gramado natural contornando seis dardos cravados no solo, arranjados linearmente e distando 1,5 m uns dos outros. O objetivo era conduzir a bola por entre os dardos até o final e retornar à posição inicial o mais rapidamente possível, tocando a bola com apenas uma das pernas. Foi mensurado o tempo gasto na execução da tarefa.

*Chute de precisão.* Nessa tarefa o participante deveria chutar a bola para um alvo formado por dois dardos cravados no solo, separados por uma distância de 40 cm, a 6 m de distância da posição inicial da bola. Quatro outros dardos foram usados para pontuar a precisão: dois à direita e dois à esquerda do par central, dispostos em linha, com espaçamentos de 40 cm entre um e outro. Com esse arranjo, a precisão do chute com o lado interno do pé foi medida com um escore de 30 pontos para as tentativas em que a bola cruzasse a abertura central, 20 pontos para as aberturas adjacentes à direita e à esquerda, 10 pontos para as aberturas extremas e zero para os as tentativas em que a bola foi chutada para fora dos limites do sistema de mensuração. Quando a bola tocava um dos dardos e cruzava uma abertura, era atribuído o escore correspondente àquela abertura. Nas tentativas em que a bola tocava um dardo e não cruzava alguma das aberturas, era atribuído um escore intermediário entre as aberturas adjacentes (25 pontos quando a bola batia no dardo separando a abertura central e uma abertura adjacente, por exemplo).

*Chute de potência.* O objetivo nessa tarefa era chutar a bola com o máximo de potência, procurando projetá-la o mais distante possível em um chute aéreo. O desempenho era registrado

medindo-se a distância entre o ponto de chute até o ponto em que a bola tocava o solo pela primeira vez após perder contato com o solo.

### **Delineamento experimental e procedimentos**

O experimento foi dividido em três fases: pré-teste, treinamento e pós-teste. No pré-teste o desempenho nas três tarefas descritas acima foi avaliado através dos seguintes procedimentos: Foram montadas três estações em um campo de futebol para conduzir a coleta de dados, de forma que cada tarefa era realizada em uma estação específica. Os participantes eram inicialmente distribuídos pelas estações e, conforme eles completavam sua execução de uma dada tarefa, eles eram encaminhados para a estação subsequente. Todos os participantes que iniciavam em uma dada estação seguiam a mesma seqüência de tarefas. Em cada estação metade dos adolescentes executou primeiro uma série de três tentativas em seqüência com a perna preferida e em seguida mais três com a perna não-preferida. A outra metade dos adolescentes foi testada na ordem oposta.

Na tarefa de chute de precisão todas as tentativas foram consideradas válidas para análise. Na tarefa de chute de potência a tentativa era considerada para análise somente se o ângulo de decolagem da bola fosse de pelo menos 30° em relação ao solo, avaliado de forma visual pelo experimentador. Na tarefa de condução de bola, a tentativa era considerada para análise somente se a bola fosse tocada com a perna oposta à de condução no máximo por duas vezes. Para os casos em que essas condições não foram satisfeitas as tentativas eram imediatamente repetidas.

A fase de treinamento foi conduzida após o pré-teste, por um período de quatro meses. O treinamento era feito cinco vezes por semana (de segunda à sexta-feira), duas horas por dia, obedecendo a seguinte programação: 15 min. de aquecimento, seguidos por 45 min. de treinamento em todas as habilidades básicas do futebol e por fim 60 min. de prática do jogo propriamente dito. Nessa fase do experimento os adolescentes foram pseudoaleatoriamente designados (contrabalançamento por idade) para um de dois grupos: treinamento com a perna preferida (PP), ou com a perna não-preferida (PNp). A diferença de tratamento entre os grupos foi em termos de ênfase dada na segunda parte do treino. O grupo PP continuou usando a perna preferida em todas as partes do treinamento, todos os dias da semana, como faziam antes de ingressar no experimento. O grupo PNp praticou as habilidades básicas, na parte intermediária do treino, somente com a perna não-preferida em três dos cinco dias de treino durante a semana. Para os outros dois dias de treino, e para a parte final de cada sessão de prática (jogo), foi permitido que os adolescentes usassem a perna preferida. O grupo PNp não foi totalmente restringido no uso da perna preferida a fim de não atrapalhar sua aprendizagem regular dentro do programa de treinamento, e para manter entre eles o nível de motivação elevado. Assim, a despeito da ênfase no uso da perna não-preferida durante o período de experimentação, os participantes do grupo PNp continuaram a usar a perna preferida em um grande número de atividades, resultando em mais tempo devotado ao treinamento com a perna preferida do que com a perna não-preferida.

O pós-teste foi conduzido um dia após o fim do treinamento experimental, com adoção dos mesmos procedimentos adotados no pré-teste.

## Resultados

Os dados foram analisados através de análises de variância de quatro fatores, 2 (Grupo) x 3 (Idade) x 2 (Teste) x 2 (Perna) com medidas repetidas nos dois últimos fatores, para cada uma das variáveis dependentes. Os resultados para chute de precisão (Figura 5.1a) indicaram somente o efeito principal para o fator Perna [ $F(1,18) = 6,76, p < 0,02$ ], revelando um desempenho mais preciso com a perna preferida (23,74 pontos) do que com a perna não-preferida (20,83 pontos).

Para a tarefa de chute à distância (Figura 5.1b) a análise indicou efeitos principais para os fatores Idade [ $F(2,18) = 8,73, p < 0,005$ ], Teste [ $F(1,18) = 50,49, p < 0,0001$ ], e Perna [ $F(1,18) = 17,21, p < 0,001$ ]. O efeito significativo para o fator Teste foi devido às distâncias maiores atingidas no pós-teste (27,02 m) em comparação ao pré-teste (23,01 m), indicando um efeito de treinamento. Também nessa tarefa, os melhores resultados foram obtidos com a perna preferida (27,49 m; não-preferida = 22,55 m). Os contrastes posteriores para o fator Idade foram conduzidos através da prova de Newman-Keuls. Os resultados indicaram diferenças significativas somente entre a idade de 14 anos e as demais (12 anos = 22,58; 13 anos = 22,23; 14 anos = 30,25).

A análise dos resultados para a tarefa de condução de bola (Figura 5.1c) indicou efeitos significativos para os fatores Teste [ $F(1,18) = 39,78, p < 0,0001$ ] e Perna [ $F(1,18) = 64,76, p < 0,0001$ ], e uma interação significativa entre os fatores Grupo e Perna [ $F(1,18) = 6,50, p < 0,05$ ]. O efeito principal para o fator Teste foi devido ao tempo mais curto para completar a tarefa no pós-teste (13,13 s; pré-teste = 14,45 s), indicando a efetividade dos procedimentos de treinamento para melhorar a habilidade de condução de bola. O uso da perna preferida resultou em condução mais rápida (12,63 s) do que o desempenho com a perna não-preferida (14,96 s). Os contrastes posteriores para a interação Grupo x Perna indicaram que ambos os grupos apresentaram desempenhos muito semelhantes com a perna preferida, enquanto o grupo PNp foi significativamente superior com a perna não-preferida (Figura 5.2). Apesar de não ter sido detectada interação entre os fatores Teste, Perna e Grupo, o que indicaria um efeito diferencial de treinamento entre os grupos, a Figura 5.2 sugere que a assimetria inicial de desempenho com a perna não-preferida favorável ao grupo PNp foi ampliada, ao nível descritivo, no pós-teste.

Complementando a análise foram calculados índices algébricos de assimetria lateral (diferença proporcional entre os desempenhos com as pernas preferida e não-preferida, em relação à soma dos valores obtidos com cada perna) (Figura 5.3). A variação das assimetrias laterais em função do treinamento foi analisada através de testes  $t$  para medidas repetidas, comparando-se os resultados de pré e pós-testes. Os resultados indicaram uma única diferença significativa: um índice de assimetria lateral mais baixo no pós-teste para o grupo PNp na tarefa de condução [ $t(11) = 2,18, p < 0,05$ ]. Tais resultados corroboram a tendência observada na

análise prévia, mostrando efeitos diferenciais de treinamento entre os dois grupos, o que originou maior simetria na comparação entre pernas após o uso mais intensivo da perna não-preferida pelo grupo PNp.

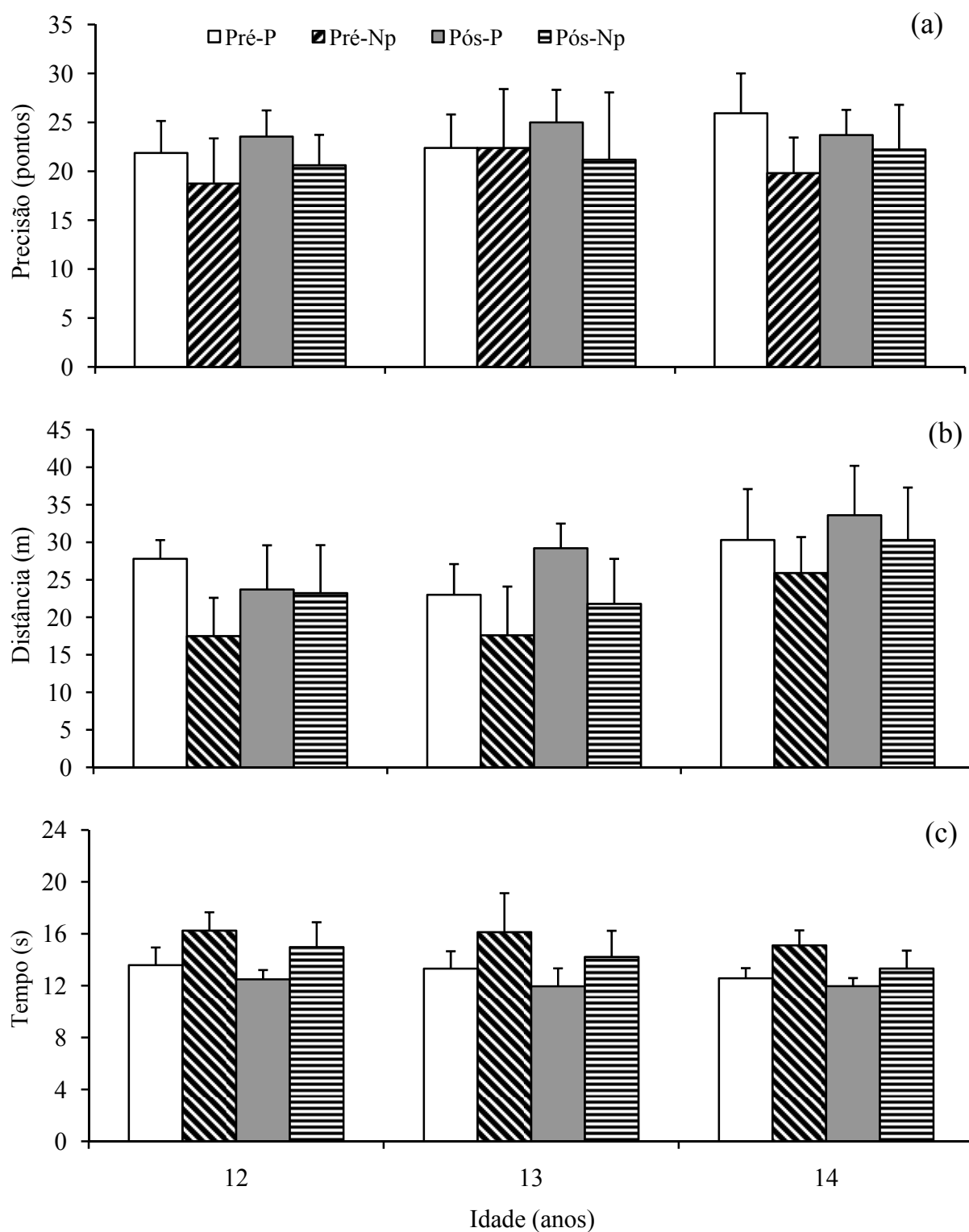


Figura 5.1 - Médias (desvios padrão indicados por barras verticais) de pontos na tarefa de chute de precisão (a), de distâncias (m) na tarefa de chute de potência (b) e de tempos na tarefa de condução de bola (c), para cada perna através das idades.

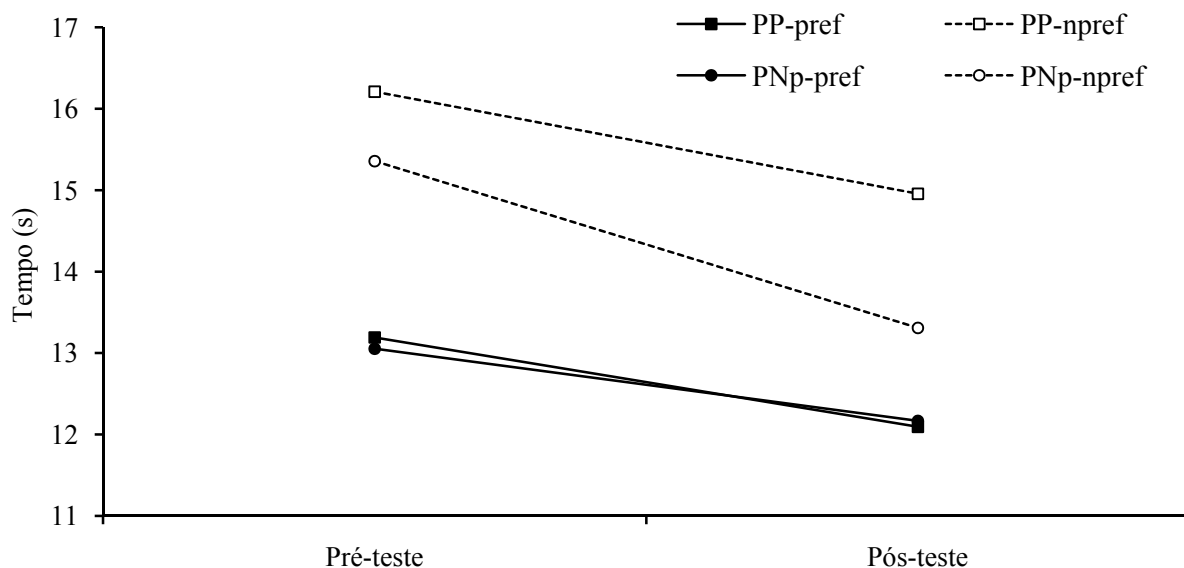


Figura 5.2 - Tempo (s) na tarefa de condução de bola para os grupos de prática com a perna preferida (PP) e prática com a perna não-preferida (PNp), nos pré e pós-testes ao desempenhar a tarefa com as pernas preferida (pref) e não-preferida (npref).

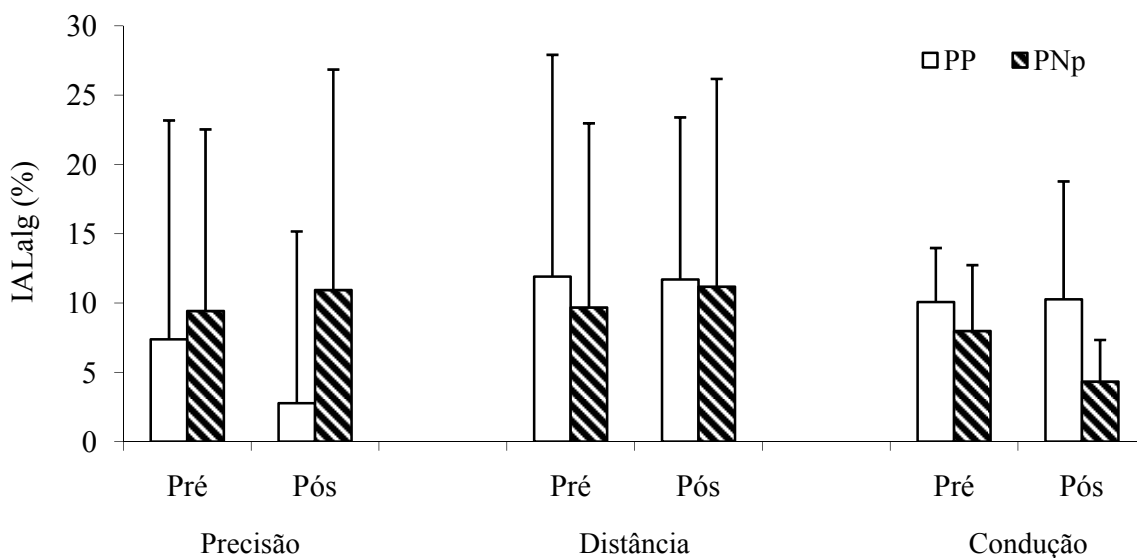


Figura 5.3 - Índices algébricos de assimetria lateral de desempenho (em porcentagem) nos pré e pós-testes nos grupos PP e PNp.

Como de um ponto de vista de “dominância lateral endógena” poder-se-ia esperar uma assimetria lateral relativamente constante entre as tarefas motoras, foram conduzidas análises de correlação entre os índices de assimetria lateral das três tarefas, separadamente para pré e pós-teste. Os resultados não indicaram correlações significativas, com valores variando entre  $-0,09$  e  $0,18$  no pré-teste e entre  $-0,12$  e  $0,35$  no pós-teste.



## Discussão

O primeiro resultado de importância para os propósitos do presente estudo foi o efeito significativo de prática em duas das tarefas analisadas, chute de potência e condução de bola. As mudanças de desempenho observadas no pós-teste em relação ao pré-teste sugerem que a quantidade de prática fornecida e os procedimentos empregados durante o programa de treinamento foram efetivos em produzir a desejada melhora de desempenho. O efeito principal para o fator Perna esteve presente em todas as tarefas estudadas, tanto no pré como no pós-teste, mostrando que as tarefas selecionadas para o experimento foram representativas das habilidades aprendidas nas sessões regulares de treinamento, capturando assimetrias laterais de desempenho que são características de habilidades de futebol bem-aprendidas.

Como seria esperado de anos seguidos de prática predominantemente unilateral, o nível comparativo de desempenho entre as pernas não foi alterado substancialmente com prática adicional, principalmente quando se considera que a perna preferida permaneceu desempenhando o papel principal no treinamento para ambas as condições experimentais. A esse respeito, o treino com a perna não-preferida provido ao grupo PNp não foi suficiente para produzir mudanças gerais expressivas nas assimetrias entre os desempenhos com cada perna. A falta de efeito diferencial de aprendizagem com a perna não-preferida para esse grupo foi mais evidente para as tarefas de chute à distância e chute de precisão, em que não foi encontrada interação significativa entre os fatores Grupo e Perna nem redução do índice de assimetria lateral. Na tarefa de condução de bola, entretanto, a interação entre os fatores Grupo e Perna, indicando melhor desempenho do grupo PNp com a perna não-preferida, e uma redução significativa do índice de assimetria lateral do pré para o pós-teste apenas neste mesmo grupo, mostraram que o nível de desempenho com as pernas preferida e não-preferida foi mais semelhante após o treinamento somente para o grupo PNp. Esse resultado é indicativo do potencial da ênfase de prática com a perna não-preferida para modificar as assimetrias de desempenho, indicando o aspecto dinâmico da lateralidade humana. Fica aparente que, como o limite superior de desempenho estava mais próximo para a perna preferida, prática adicional com a perna não-preferida produziu uma taxa mais elevada de melhora com essa perna, tornando o desempenho no pós-teste mais simétrico do que antes do treinamento. Os resultados observados para condução de bola, portanto, estão em desacordo com a idéia de dominância de um hemisfério cerebral sobre outro para ações motoras em função de aspectos endógenos. Como exposto no início deste trabalho, caso o lado dominante realmente tivesse maior potencial de controle e aprendizagem motora, seria esperado que após o programa de treinamento houvesse uma assimetria lateral de desempenho ainda mais evidente do que aquela detectada no pré-teste. Uma vez que na programação semanal de treinamento havia mais tempo de prática devotado à perna preferida, mesmo quando se considera a distribuição da prática do grupo PNp, a partir de uma perspectiva de “dominância lateral endógena” a assimetria de desempenho deveria aumentar ao invés de diminuir no pós-teste. Os resultados, entretanto, mostraram que, além da redução de assimetria lateral para condução de bola no grupo PNp, as assimetrias

laterais nas outras duas tarefas foram mantidas constantes através dos testes, mesmo quando o uso da perna preferida foi enfatizado como no caso do grupo PP. Adicionalmente, os baixos valores de correlação entre os índices de assimetria lateral para cada tarefa indicaram que as assimetrias laterais foram específicas à tarefa, e não resultantes de um fator genético de “dominância pedal”. Esses resultados sugerem que em havendo maior quantidade de prática com a perna não-preferida as assimetrias laterais de desempenho poderiam ser reduzidas, ou talvez eliminadas. Resultados de investigações aos níveis comportamental e neurofisiológico de análise suportam tal suposição.

Ao nível comportamental, Peters e Ivanoff (1999) demonstraram que indivíduos com preferência manual esquerda que usam diariamente o mouse de computador com a mão direita tiveram um perfil de assimetria de desempenho em uma tarefa de toque em alvo com mouse muito semelhante àquela observada em indivíduos com preferência manual direita. Similarmente, outras evidências empíricas têm indicado que quando novas tarefas são aprendidas em condições de laboratório encontram-se assimetrias significativas de desempenho somente após a prática, com vantagem de desempenho com a mão com que a tarefa foi praticada. Tal vantagem de desempenho tem sido mostrada ser independente da preferência lateral (Teixeira, 1999, 2000).

Resultados como esses estão em conformidade com achados ao nível neurofisiológico de análise, pela demonstração do caráter dinâmico das assimetrias laterais de mapas cerebrais. Recanzone, Merzenich, Jenkins, Grajski e Dinse (1992) treinaram macacos a detectar diferenças entre frequências de vibração tátil aplicadas no mesmo local de um de seus dedos, e estudaram as representações corticais da superfície da mão em áreas motoras somestésicas primárias. Os resultados indicaram que após a prática, junto com a melhoria de desempenho na tarefa de discriminação tátil, as representações corticais relativas aos locais estimulados foram significativamente mais complexas em detalhes topográficos do que as representações corticais correspondentes dos indivíduos de controle. Nenhuma das modificações nas representações corticais do dedo estimulado foram encontradas na área correspondente do dedo homólogo não estimulado no hemisfério cortical contralateral. Essas modificações funcionais e neurais ocorreram independentemente da preferência lateral. Achados análogos com humanos foram apresentados por Elbert, Pantev, Wienbruch, Rockstroh e Taub (1995) na investigação de assimetrias entre hemisférios cerebrais em músicos que tocam instrumentos de corda. Foi empregada ressonância magnética para comparar representações corticais dos dígitos da mão esquerda de músicos, que são mais usados para movimentos individuais, com representações dos dedos de indivíduos de controle (novatos em música) e dos dedos contralaterais homólogos. Foram encontrados resultados similares àqueles de Recanzone e colaboradores (1992), com representações corticais maiores para os dedos da mão esquerda de músicos em comparação às condições de controle.

Outros resultados de pesquisa interessantes para a presente discussão foram apresentados por Milliken e colaboradores (Milliken, Plautz, Gardner, Riaszadeh & Nudo, 1994; Milliken, Plautz & Nudo, 1995). Milliken e colaboradores estudaram as conseqüências da restrição de

movimentos distais do antebraço (Milliken et al., 1994) e a posterior recuperação seguindo a remoção de tal restrição (Milliken et al., 1995) sobre a topografia funcional de áreas motoras primárias no córtex cerebral em macacos. A análise dos mapas neurais derivada de micro-estimulação intracortical revelou mudanças significativas nas representações de movimento com ambos os procedimentos, restrição de movimentos e sua retirada. Depois de alguns meses com restrição de movimentos, a representação dos dedos teve sua área diminuída no córtex cerebral. Algum tempo após a retirada da restrição aos movimentos do antebraço, e com sua reutilização espontânea ou induzida, a representação dos dedos foi aumentada substancialmente, retornando a valores próximos àqueles observados antes de impor a restrição.

De uma forma geral, evidência comportamental e neurofisiológica indicam que (1) modificações neuromotoras causadas por aumento no uso de uma função ou aprendizagem são em grande extensão específicas ao sistema usado durante a aquisição; (2) as dimensões neural e funcional de controle motor parecem ser moldadas pelo uso, de forma que quantidades maiores de experiência levam à melhora de desempenho e representações corticais mais complexas especificamente para a estrutura usada, enquanto o desuso leva ao desenvolvimento na direção oposta; e (3) torna-se aparente a partir de diversos resultados de pesquisa que não existe algo como uma dominância lateral prescrita a priori, mas assimetrias laterais determinadas principalmente pela diferença de uso entre membros contralaterais homólogos ao longo da história de vida, sendo assim relativamente específicas à cada tarefa (cf. Provins, 1997, para uma conclusão semelhante). Os resultados do presente estudo, em particular, indicam que mesmo em habilidades motoras super-praticadas assimetrias laterais de desempenho entre as pernas podem ser reduzidas como conseqüência de aumento da quantidade de prática com a perna não-preferida, mesmo em condições em que a perna preferida continua a ser usada regularmente. A principal implicação desses resultados é que programas de treinamento orientados à aprendizagem de habilidades motoras deveriam levar em consideração o potencial de desempenho com o lado não-preferido do corpo, colocando similar ênfase na prática com os lados preferido e não-preferido. Essa abordagem traria efeitos benéficos em programas de educação física, dando origem a um desenvolvimento motor bilateral mais harmônico, no desempenho esportivo, provendo o atleta com novos recursos de ataque e defesa, e em tarefas industriais, prevenindo lesões provocadas pelo uso excessivo de um único segmento corporal.

### Referências

- Carson, R.G., Chua, R., Elliott, D. & Goodman, D. (1990). The contribution of vision to asymmetries in manual aiming. *Neuropsychologia*, 28(11), 1215-1220.
- Carson, R.G., Chua, R., Goodman, D. & Byblow, W.D. (1995). The preparation of aiming movements. *Brain and Cognition*, 28, 133-154.
- Carson, R.G., Goodman, D. & Elliott, D. (1992). Asymmetries in the discrete and pseudocontinuous regulation of visually guided reaching. *Brain and Cognition*, 18, 169-191.
- Elbert, T., Pantev, C., Wienbruch, C., Rockstroh, B. & Taub, E. (1995). Increased cortical representation of the fingers of the left hand in string players. *Science*, 270, 305-307.

- Hammond, G., Bolton, Y., Plant, Y. & Manning, J. (1988). Hand asymmetries in interresponse intervals during rapid repetitive finger tapping. Journal of Motor Behavior, 20(1), 67-71.
- Milisen, R. & Riper, C. van (1939). Differential transfer of training in a rotary activity. Journal of Experimental Psychology, 24, 640-648.
- Milliken, G.W., Plautz, E.J. & Nudo, R.J. (1995). Recovery of finger movement representation after distal forelimb restriction in adult squirrel monkeys. Society for Neuroscience Abstracts, 21, 1902.
- Milliken, G.W., Plautz, E.J., Gardner, G.A., Riaszadeh, R. & Nudo, R.J. (1994). Reorganization of movement representation in primary motor cortex of adult squirrel monkeys following distal forelimb restriction. Society for Neuroscience Abstracts, 20, 1394.
- Peters, M. & Ivanoff, J. (1999). Performance asymmetries in computer mouse control of right-handers, and left-handers with left- and right-handed mouse experience. Journal of Motor Behavior, 31(1), 86-94.
- Peters, M. (1976). Prolonged practice of a simple motor task by preferred and nonpreferred hands. Perceptual and Motor Skills, 43, 447-450.
- Peters, M. (1980). Why the preferred hand taps more quickly than the non-preferred hand: Three experiments on handedness. Canadian Journal of Psychology, 34(1), 62-71.
- Peters, M. (1981). Handedness: Effect of prolonged practice on between hand performance differences. Neuropsychologia, 19(4), 587-590.
- Provins, K.A. & Glencross, D.J. (1968). Handwriting, typewriting and handedness. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 20, 282-289.
- Provins, K.A. (1997). Handedness and speech: A critical reappraisal of the role of genetic and environmental factors in the cerebral lateralization of function. Psychological Review, 104(3), 554-571.
- Provins, K.A., Milner, A.D. & Kerr, P. (1982). Asymmetry of manual preference and performance. Perceptual and Motor Skills, 54, 179-194.
- Recanzone, G.H., Merzenich, M.M., Jenkins, W.M., Grajski, K.A. & Dinse, H.R. (1992). Topographic reorganization of the hand representation in cortical area 3b of owl monkeys trained in a frequency-discrimination task. Journal of Neurophysiology, 67, 1031-1056.
- Rigal, R. (1992). Which handedness: Preference or performance? Perceptual and Motor Skills, 75, 851-866.
- Roy, E.A. & Elliott, D. (1986). Manual asymmetries in visually directed aiming. Canadian Journal of Psychology, 40(2), 109-121.
- Roy, E.A. & Elliott, D. (1989). Manual asymmetries in aimed movements. The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 41A(3), 501-516.
- Salazar, P. S. & Knapp, R. (1996). Preferred and nonpreferred hand skill in performing four industrial tasks. Human Performance, 9, 65-75.
- Teixeira, L. A. (1993). Bilateral transfer of learning: The effector side in focus. Journal of Human Movement Studies, 25, 243-253.
- Teixeira, L. A. (1999). On what is transferred to one hand when grasping a moving ball is learnt with the other hand. Ciência e Cultura, 51, 42-45.
- Teixeira, L. A. (2001). Integração visomotora no controle de tarefas sincronizatórias. In: L.A. Teixeira (Ed.), Avanços em comportamento motor. Rio Claro: Movimento.

- Teixeira, L.A. (2000). Timing and force components in bilateral transfer of learning. Brain and Cognition, 44, 455-469.
- Teixeira, L.A., Chaves, C.E.O., Silva, M.V.M. & Carvalho, M.A. (1998). Assimetrias laterais no desempenho de habilidades motoras relacionadas ao futebol. Kinesis, 20, 77-92.
- Teixeira, L.A., Gasparetto, E.R. & Sugie, M.M. (1999). Is there manual asymmetry in movement preparation? Perceptual and Motor Skills, 89, 205-208.
- Teixeira, L.A. & Paroli, R. (2000). Assimetrias laterais em ações motoras: Preferência versus desempenho. Motriz, 6(1), 1-8.
- Todor, J.I. & Kyprie, P.M. (1980). Hand differences in the rate and variability of rapid tapping. Journal of Motor Behavior, 12(1), 57-62.
- Truman, G. & Hammond, G.R. (1990). Temporal regularity of tapping by the left and right hands in timed and untimed finger tapping. Journal of Motor Behavior, 22, 521-535.
- Watson, N.V. & Kimura, D. (1989). Right-hand superiority for throwing but not for intercepting. Neuropsychologia, 27(11/12), 1399-1414.