

Variações de Desempenho e de Assimetrias Laterais Durante o Envelhecimento

Resumo. *Variações de desempenho e de assimetrias laterais de preferência e de desempenho foram estudados em função do envelhecimento. Participantes de 19 a 73 anos de idade foram avaliados no desempenho com as mãos preferida e não-preferida em um conjunto de oito tarefas exigindo diferentes funções sensório-motoras: toque entre os dedos, tempo para completar desenhos, toques repetidos com haste vertical, força máxima de preensão, controle de força, velocidade de reação, toque em alvo e sincronização. Os resultados mostraram padrões específicos de alteração de desempenho em função da idade para cada tarefa, uma vez que a taxa de declínio de desempenho foi particular à tarefa, até nas condições em que a mesma função principal foi solicitada. Similar especificidade foi observada para assimetrias laterais de desempenho, uma vez que foram observados diferentes níveis de assimetria através das tarefas. Os índices de assimetria de desempenho mantiveram-se constantes com o aumento de idade, exceto para as tarefas de controle de força e sincronização, que tenderam a uma redução de assimetria, e para a tarefa de desenhos, que apresentou tendência oposta. Os resultados também mostraram que a preferência lateral foi um fator associado à idade, com aumento de preferência pela mão direita nas populações mais velhas.*

Abstract. *Variations in Performance and Lateral Asymmetries in Aging. Variations in performance and lateral asymmetries of preference and performance were studied as a function of aging. Participants 19 to 73 years-old were assessed on the performance with the preferred and the nonpreferred hand in a set of eight motor tasks requiring different sensorimotor functions: serial between-fingers touching, time to complete serial drawings, manual tapping, maximum grip strength, grip force control, simple visual reaction time, movement time, and anticipatory timing. The results showed specific patterns of performance variation as a function of age for each task, even in conditions in which the same main function was required. Similar specificity was observed for lateral asymmetries of performance, since different levels of asymmetry were observed across tasks. The indexes of performance asymmetry were constant with advancing age, except for the tasks of force control and anticipatory timing, which tended for reduction in asymmetry, and for drawing that presented the opposite trend. The results also showed that lateral preference was a factor associated with age, with increased preference by the right hand in the elderly samples.*

Exposição do problema

Inseridos na preocupação de compreender os fatores associados ao declínio de desempenho sensório-motor durante o envelhecimento, tem havido um esforço de pesquisa crescente de mapear as variáveis que se deterioram com o avanço da idade. Nesse empreendimento, dois fatores têm se destacado como característicos do comportamento motor do idoso: os movimentos tornam-se mais lentos e há maior variabilidade de resposta em comparação a populações mais jovens (Seidler & Stelmach, 1995). A lentidão de movimentos tem sido observada em tarefas de contato balístico de alvo, em que se solicita que movimentos simples orientados a um alvo espacial sejam feitos com máxima velocidade sem que haja perda de precisão. Em tarefas motoras com essas características os idosos consistentemente apresentam maior tempo de movimento em relação aos indivíduos mais jovens (Morgan et al., 1994; Seidler-Dobrin & Stelmach, 1998; Yan, Thomas & Stelmach, 1998; York & Biederman, 1990), o que é provocado principalmente pela fase de desaceleração mais prolongada durante a aproximação da mão ao alvo (Goggin & Meeusen, 1992; Pratt, Chasteen & Abrams, 1994). Supõe-se que tal característica seja consequência da troca de velocidade por precisão, a fim de que os limites do alvo estabelecido não sejam ultrapassados.

A maior variabilidade de resposta em indivíduos idosos tem sido detectada em diferentes tarefas motoras. Uma delas é o próprio contato balístico de alvo, em que particularmente a fase final de aproximação do alvo é caracterizada por uma quantidade superior de variações de velocidade em relação a indivíduos mais jovens (Goggin & Meeusen, 1992). Maior variabilidade está igualmente presente no controle fino de força. Empregando uma tarefa de elevar um objeto dotado com transdutores de força, através de preensão tipo pinça, Cole (1991) encontrou que além dos idosos usarem duas vezes mais força do que indivíduos mais jovens na elevação do objeto, eles apresentaram maior variabilidade de aplicação de força de tentativa para tentativa. Estudando controle de força com o mesmo tipo de preensão em uma tarefa de rastreamento, em que o participante deveria modificar a pressão exercida em um transdutor de forma dinâmica em função da força indicada em um monitor, Lazarus e Haynes (1997) encontraram que os idosos possuem também maior variabilidade de resposta intratentativa. Resultados semelhantes foram encontrados na análise de uma tarefa motora global: arremesso de potência com um dos braços. Williams, Haywood e VanSant (1998) estudaram as variações deste padrão fundamental de movimento durante o envelhecimento em um dos poucos trabalhos longitudinais nessa área. Os resultados mostraram pequena variação do modo de coordenação em relação a idades anteriores, porém foi encontrada maior variabilidade de desempenho intertentativas, além dos movimentos terem sido mais lentos e com menor amplitude.

A partir da análise de diversos resultados de pesquisa, Cerella (1985) propôs que o declínio de desempenho do idoso é devido principalmente a uma limitação central de caráter inespecífico, representada pelo declínio geral das funções de processamento de informação e

capacidade atencional. Essa limitação teria supostamente um efeito abrangente sobre as mais diferentes funções de processamento de informação, gerando uma deterioração global de desempenho em tarefas que necessitam de recursos atencionais, dentre elas as tarefas sensório-motoras. Essa proposição foi denominada “hipótese de fator único”. Em conformidade com tal hipótese, seria esperado que o processo de envelhecimento levasse a um declínio similar de desempenho em tarefas sensório-motoras de diferentes naturezas, conduzindo a um processo de declínio homogêneo de desempenho em função de tal redução da capacidade de processamento central de informação. Para testar essa hipótese, na primeira parte do presente estudo foram comparados os resultados do desempenho de populações em diferentes faixas etárias, dos 20 aos 70 anos, em oito tarefas motoras.

Outro aspecto da motricidade relacionado ao envelhecimento diz respeito às assimetrias laterais. Como apresentado nos parágrafos acima, conforme um indivíduo envelhece diferentes funções sensório-motoras sofrem deterioração, levando a declínio de desempenho. Essa característica frequentemente é acompanhada por modificações de comportamento, que a priori poderiam conduzir à modificação da relação de desempenho entre as mãos preferida e não-preferida. Isto é, ao envelhecer as pessoas usualmente reduzem a quantidade de atividades motoras cotidianas. Como o lado preferido é usado na maioria das vezes em inúmeras tarefas ao longo da vida, isso implica que a redução da frequência de uso teria implicações mais visíveis no nível de desempenho com a mão preferida. Além disso, a redução de força com o aumento de idade (Booth, Weeden & Tseng, 1994) pode levar ao uso mais frequente da mão não-preferida para auxiliar na execução de diversas tarefas motoras. Em ambas as situações, seria conjecturada redução de assimetrias laterais de desempenho com o aumento de idade durante o envelhecimento.

Em contraposição à hipótese de redução de assimetrias laterais de desempenho com o aumento de idade, tem sido apresentada evidência de que os hemisférios cerebrais possuem quantidades diferenciadas de circuitaria neural, com o hemisfério esquerdo apresentando maior número de unidades neurais e de conexões entre as unidades do que o hemisfério esquerdo (White, Lucas, Richards & Purves, 1994). Tal assimetria estrutural, em tese, geraria taxas diferenciadas de declínio funcional, com o sistema neuromotor dominante preservando por mais tempo suas funções do que o sistema não-dominante. Além disso, tem sido apresentada evidência de que o corpo caloso sofre deterioração na sua porção anterior com o avanço da idade (Weis, Jellinger & Wenger, 1991). Como essa é a principal estrutura neural responsável pela comunicação entre os hemisférios cerebrais, seria esperada igualmente diminuição da relação entre os dois lados do corpo, resultando em aumento de assimetrias laterais de desempenho.

Mitrushina, Fogel, D’elia, Uchiyama e Satz (1995) atacaram essa questão da variação de assimetrias laterais durante o envelhecimento ao estudar a correlação entre o índice de assimetria manual em três tarefas motoras com a idade, em indivíduos de 60 a 88 anos. Os resultados indicaram índices de correlação baixos, variando entre 0,003 e 0,29, revelando fraca

associação entre assimetria lateral e envelhecimento. Em um estudo posterior, Francis e Spirduso (2000) compararam as assimetrias laterais de desempenho entre adultos jovens e indivíduos de 62-72 anos de idade em cinco tarefas manuais: girar pequenos discos, encaixe seqüencial de pinos em um tabuleiro, estabilidade de manipulação, traçado de triângulo e toques repetidos com ponteira em base horizontal. Os resultados indicaram variação de assimetrias laterais em duas tarefas: o grupo jovem apresentou maior assimetria na tarefa de encaixe de pinos, enquanto que o grupo mais velho teve desempenho mais assimétrico na tarefa de traçado de triângulo. Nas demais tarefas as assimetrias mantiveram-se constantes.

A segunda parte do presente estudo foi endereçada à questão da variação de assimetrias laterais em função do envelhecimento, adotando como estratégia a análise de assimetrias laterais de desempenho e preferência em um espectro amplo tanto de faixas etárias quanto de tarefas motoras avaliadas.

Método

Participantes

Participaram de forma voluntária neste estudo 64 indivíduos fisicamente ativos (alunos dos cursos de bacharelado em Educação Física ou em Esporte, EEFUEUSP, e participantes regulares de programas de atividades motoras), de ambos os sexos, entre as idades de 19 e 73 anos. Os participantes foram divididos nos grupos etários de 20, 40, 60 e 70 anos ($n = 20, 18, 18$ e 8 , respectivamente). Em cada grupo etário foram admitidos participantes com até quatro anos abaixo ou cinco anos acima da idade de referência. Todos os participantes possuíam preferência lateral direita exceto três deles, um em cada grupo de 40, 60 e 70 anos de idade.

Procedimentos

Previamente ao início da sessão de testes, os participantes preencheram um formulário de consentimento, em que foram apresentados os procedimentos experimentais, duração do experimento e seus direitos como participante da pesquisa. As instruções para a realização das tarefas foram dadas verbalmente, enfatizando-se a importância de se tentar obter o melhor desempenho em cada tentativa.

Como cada um dos testes envolvia habilidades específicas, eles foram realizados em uma ordem única. Os testes foram divididos em duas sessões, realizadas em dias diferentes, com duração média de 35 min. cada uma. Na primeira sessão foram realizados testes de toque entre os dedos, tempo para completar desenhos, força máxima de preensão e controle de força de preensão. Na segunda sessão foram realizados testes de tempo de reação visual simples, tempo de movimento, sincronização e toques repetidos com haste vertical. Os testes foram realizados na ordem em que foram apresentados acima. Como estas são tarefas bastante diferenciadas em termos de funções sensório-motoras exigidas, não foi feito contrabalançamento da seqüência de tarefas. As tarefas que provocam maior fadiga muscular foram deixadas para a parte final

das sessões, como foi o caso de força máxima e toques com haste vertical, para que a possível fadiga não prejudicasse o desempenho nas demais tarefas.

Para todas as tarefas houve tentativas de familiarização seguidas por tentativas de teste. As tentativas de familiarização tiveram o objetivo de introduzir o participante à tarefa, de forma a proporcionar-lhe plena compreensão de seu objetivo e atenuar a excessiva variabilidade das tentativas iniciais, conferindo assim maior representatividade aos valores observados nas tentativas válidas para registro. Em função da demanda muscular de cada tarefa, foram empregadas quantidades diferentes de tentativas de familiarização para cada tarefa motora: uma tentativa para a tarefa de força manual máxima; cinco tentativas para as tarefas de toque entre os dedos, movimentos de escrita e toques repetidos com haste vertical; e nas quatro tarefas restantes (tempo de reação, tempo de movimento, controle de força e sincronização) foram executadas dez tentativas. As tentativas principais foram feitas logo após as tentativas de familiarização. Para cada tarefa motora eram realizadas cinco tentativas com a mão preferida e logo em seguida cinco tentativas com a mão não-preferida, com contrabalançamento entre os participantes para a ordem de teste entre as mãos. Havia um intervalo aproximado de 10 s entre as tentativas em cada tarefa e um intervalo maior de 2 min. entre uma tarefa e outra.

Tarefas

Para obter-se uma amostragem abrangente do desempenho sensório-motor, as seguintes tarefas foram empregadas:

(1) *Toque entre os dedos*. Contatar alternadamente o polegar com os dedos indicador, médio, anular e mínimo, em seqüências repetidas com máxima rapidez. A tarefa era realizada com o participante sentado e visualizando seus movimentos. O objetivo na tarefa era completar 10 seqüências de toques no menor período de tempo possível. Foi registrado o tempo que o participante levava para concluir as 10 seqüências.

(2 e 3) *Velocidade de reação & toque em alvo*. A realização de ambas as tarefas foi combinada, empregando-se o aparelho de tempo de reação/tempo de movimento (*Lafayette Instruments Co*). Esse instrumento consta de um painel de controle, um periférico que emite sinais preparatórios e duas teclas do tipo telégrafo. Essas teclas foram fixadas a uma base de madeira, de forma a deixá-las em uma posição fixa, a 55 cm de distância uma da outra. O participante pressionava inicialmente uma das teclas ao comando do experimentador, em seguida surgia um sinal visual preparatório indicando que o sinal imperativo estava prestes a surgir. Após um período variável entre 2-4 s era emitido o sinal imperativo. A tarefa consistia em reagir e se mover o mais rapidamente possível ao estímulo imperativo, perdendo contato com a tecla que estava pressionada e contatando a outra tecla do aparelho com a mesma mão. Foram registrados a latência para perder contato com a primeira tecla (velocidade de reação) e o tempo gasto entre esse evento e o pressionamento da segunda tecla (tempo de movimento para tocar o alvo).

(4) *Força máxima de preensão.* Para essa tarefa foi empregado um dinamômetro manual digital (*Takei Co.*), com regulação de tamanho de empunhadura. A partir da posição em pé, com o braço de execução estendido ao lado do corpo, a tarefa consistia em exercer o máximo de força de preensão em um movimento explosivo. O valor de força máxima foi registrado em cada tentativa.

(5) *Controle de força.* A partir da mesma posição assumida na tarefa 4, e empregando-se o mesmo equipamento, o participante tinha como objetivo exercer 50% da força máxima de preensão no dinamômetro. Foi computada a diferença entre o valor critério e o valor observado no dinamômetro em módulo (erro absoluto).

(6) *Sincronização.* Para realização dessa tarefa foi utilizado o Temporizador de Antecipação de Bassin (*Lafayette Instruments Co.*), consistindo em um trilho metálico com 152 cm de comprimento, ao longo do qual estavam dispostos diodos emissores de luz infravermelha (DELS) com espaçamento de 4,5 cm entre eles. Um controlador produzia o acendimento seqüenciado dos DELs, dando a impressão de deslocamento de um fecho luminoso, o qual possuía velocidade constante de 4 m/s. A tarefa constou em acionar um interruptor manual, seguro na mão do participante e conectado ao trilho por meio de um cabo, coincidentemente com o final do deslocamento do sinal luminoso. Foi registrada a diferença, em módulo, entre a sincronização perfeita e o tempo real em que o interruptor foi acionado (erro temporal absoluto).

(7) *Toques repetidos com haste vertical.* Empregando-se um contador de movimentos oscilatórios verticais (*Takei Co.*), a tarefa consistia em contatar repetidamente uma haste metálica vertical, medindo 5 cm de comprimento, com uma base de madeira, com a qual a haste era articulada. A haste era segura com o dedo indicador, médio e polegar (com preensão similar àquela empregada na escrita), sendo que a tarefa exigia movimentos de flexão e extensão alternados do punho para elevar e baixar a haste. A mão contralateral fazia o apoio, segurando a base para que o movimento da mão principal fosse feito com máxima velocidade sem deslocar o aparelho. Cada tentativa consistia na execução de 30 toques, tendo sido registrado o tempo gasto em cada tentativa.

(8) *Desenhos seqüenciais.* Desenhar círculos com aproximadamente 1 cm de diâmetro, o mais rapidamente possível. Os desenhos eram feitos sobre quadriláteros previamente demarcados sobre uma planilha de papel, ao longo de uma linha. O objetivo era completar uma seqüência de 10 círculos o mais rapidamente possível. Foi registrado o tempo que o participante levava para concluir cada seqüência.

Análise dos resultados

A análise dos resultados foi conduzida em função da média dos valores observados nas cinco tentativas principais, com as mãos preferida e não-preferida, para cada tarefa. As

comparações indicativas dos efeitos de envelhecimento sobre o desempenho e assimetrias laterais foi conduzida através de uma análise de variância de dois fatores, 4 (Idade) x 2 (Mão), com medidas repetidas no segundo fator. Os contrastes posteriores foram realizados através da prova de Newman-Keuls.

Adicionalmente, foram calculados índices algébricos e absolutos de assimetria lateral. No índice algébrico leva-se em consideração tanto a magnitude quanto a direção da assimetria. Foi convencionalizado que valores positivos indicam melhor desempenho com a mão preferida e valores negativos melhor desempenho com a mão não-preferida. Dessa forma, valores de magnitude semelhante e sinais opostos anulam-se, resultando em um escore médio próximo a zero. Esse procedimento é válido tanto para o cálculo das médias individuais quanto para o cálculo da média de grupo. A fórmula empregada para calcular esse índice foi a seguinte: $\{\Sigma[(Mpi-Mnpi)/(Mpi+Mnpi)]/n\} \times 100$, onde Mpi corresponde ao valor observado com a mão preferida e $Mnpi$ ao valor observado com a mão não-preferida em cada tentativa. A mesma fórmula foi empregada para o cálculo das médias de grupo, substituindo-se os valores de tentativas individuais por médias das cinco tentativas com cada mão. O índice absoluto foi obtido transformando-se em módulo os valores da subtração $Mpi-Mnpi$, obtendo-se assim a magnitude pura das assimetrias de desempenho independentemente da direção, ou seja, se favorável à mão preferida ou não-preferida. Para esta variável, como não há o cancelamento de sinais no cálculo das médias, tem-se um indicativo preciso da força das assimetrias laterais. A assimetria de preferência manual foi estimada através do Inventário de Dominância Lateral de Edimburgo (Anexo II), empregando-se os mesmos procedimentos para cálculo.

Resultados

A análise de variância fatorial 4 (Idade) x 2 (Mão) foi aplicada a cada variável do estudo. Os resultados são apresentados a seguir:

Toques entre os dedos. Foi observado na ANOVA efeito significativo apenas para o fator principal Idade [$F(3,60) = 5,96, p < 0,005$]. Os contrastes indicaram diferenças significativas entre a idade de 20 anos e as demais, revelando que o declínio mais acentuado de desempenho ocorreu na passagem dos 20 para os 40 anos de idade. Como não foi encontrada diferença significativa para o fator principal Mão, ou interação entre os fatores principais, conclui-se que o desempenho foi consistentemente simétrico ao longo das quatro idades estudadas (Figura 4.1).

Velocidade de reação. A análise indicou efeito significativo para o fator principal Idade [$F(3,60) = 6,56, p < 0,0001$]. Os procedimentos de Newman-Keuls indicaram diferenças significativas entre as idades de 20 x 60-70 e entre 40 e 60 anos. A análise da Figura 4.2 revela uma tendência linear de aumento do tempo de reação dos 20 até os 60 anos, com estabilização na transição dos 60 para os 70 anos. A ausência de efeito do fator Mão revelou comportamento simétrico nas quatro idades.

Toque em alvo. Os resultados da análise indicaram efeitos significativos dos fatores principais Idade [$F(3,60) = 13,36, p < 0,0001$] e Mão [$F(1,60) = 9,43, p < 0,005$]. Os contrastes indicaram que o efeito do fator Idade foi devido à diferença entre a idade de 20 anos e as demais. Assim, de forma semelhante à variável *toque entre os dedos*, o maior declínio de desempenho ocorreu na passagem dos 20 para os 40 anos, com subsequente estabilização da função (Figura 4.3). O efeito principal do fator Mão, juntamente com ausência de interação entre os dois fatores, revelou desempenho superior com a mão preferida em todas as idades.

Força máxima. Nesta variável foram encontrados efeitos principais dos fatores Idade [$F(3,60) = 3,22, p < 0,05$] e Mão [$F(1,60) = 21,56, p < 0,0001$], e interação entre eles [$F(3,60) = 3,03, p < 0,05$]. Os contrastes discriminantes indicaram que a idade de 40 anos é crítica para força máxima de preensão, visto que a partir desta idade ocorreu declínio significativo de desempenho em ambas as mãos. Em termos de assimetria de desempenho, a diferença significativa entre as mãos preferida e não-preferida detectada nas idades de 20 e 40 anos não foi mais observada nas idades de 60 e 70 anos (Figura 4.4).

Controle de força. A análise mostrou valores que ficaram distantes de atingir significância em ambos os fatores principais e interação ($F_s < 0,5$ e $p_s > 0,5$), indicando ausência de efeitos de idade e mão de execução da tarefa (Figura 4.5).

Sincronização. Os resultados indicaram efeito principal do fator Idade [$F(3,60) = 5,09, p < 0,005$], o que foi devido às diferenças significativas entre a idade de 20 anos e as demais, indicando também nesta variável queda mais expressiva de desempenho na passagem dos 20 para os 40 anos de idade. A ausência de efeito para o fator Mão indicou simetria de desempenho (Figura 4.6).

Toques repetidos com haste vertical. A análise indicou efeitos significativos dos fatores Mão [$F(1,60) = 52,04, p < 0,0001$], revelando desempenho consistentemente superior com a mão preferida, e Idade [$F(3,60) = 5,83, p < 0,005$]. Os contrastes mostraram diferenças significativas entre as idades de 20 e 60-70 anos, revelando uma tendência de declínio linear de desempenho até os 60 anos e estabilização na passagem dos 60 para os 70 anos (Figura 4.7).

Desenhos sequenciais. Os resultados mostraram efeitos principais dos fatores Idade [$F(3,60) = 4,21, p < 0,01$] e Mão [$F(1,60) = 245,01, p < 0,0001$], e interação entre os fatores [$F(3,60) = 4,16, p < 0,01$]. Os contrastes indicaram que o desempenho com a mão preferida manteve-se estável até a idade de 60 anos, com aumento significativo do tempo para completar a série de desenhos na transição para os 70 anos. Em relação à mão não-preferida, foram encontradas diferenças significativas entre todas as faixas etárias, revelando declínio progressivo de desempenho com o envelhecimento. Em todas as idades foram observadas assimetrias de desempenho bastante significativas, com tendência de ampliação da assimetria lateral com o avançar da idade (Figura 4.8).

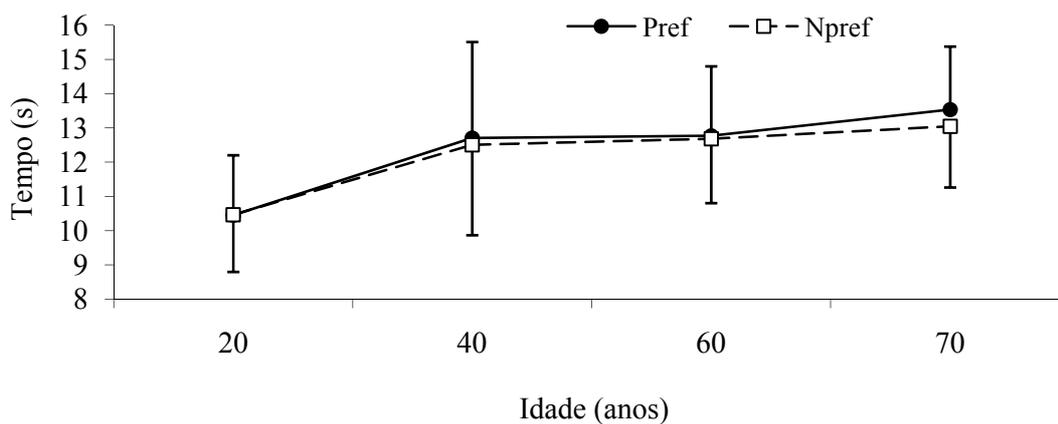


Figura 4.1 - Tempo (s) para completar dez seqüências de toques entre os dedos com as mãos preferida (Pref) e não-preferida (Npref) em função da idade.

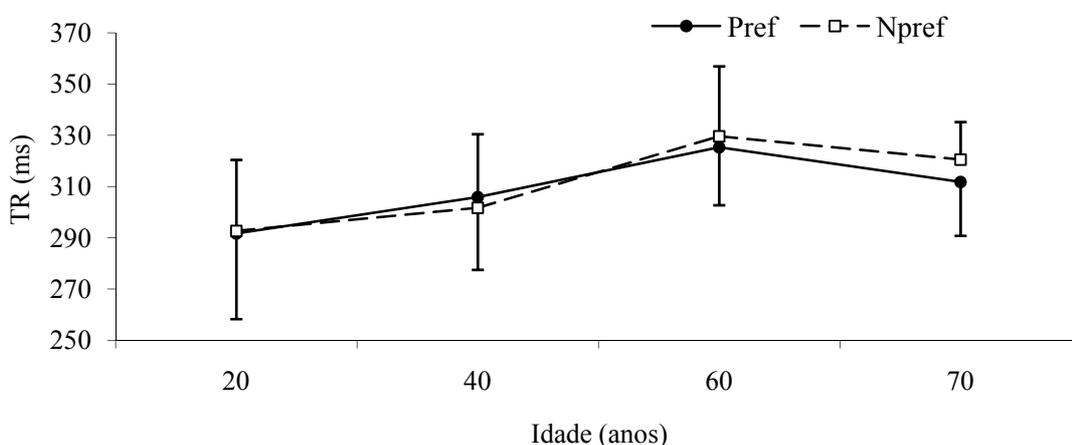


Figura 4.2 - Tempo de reação visual simples com as mãos preferida e não-preferida em função da idade.

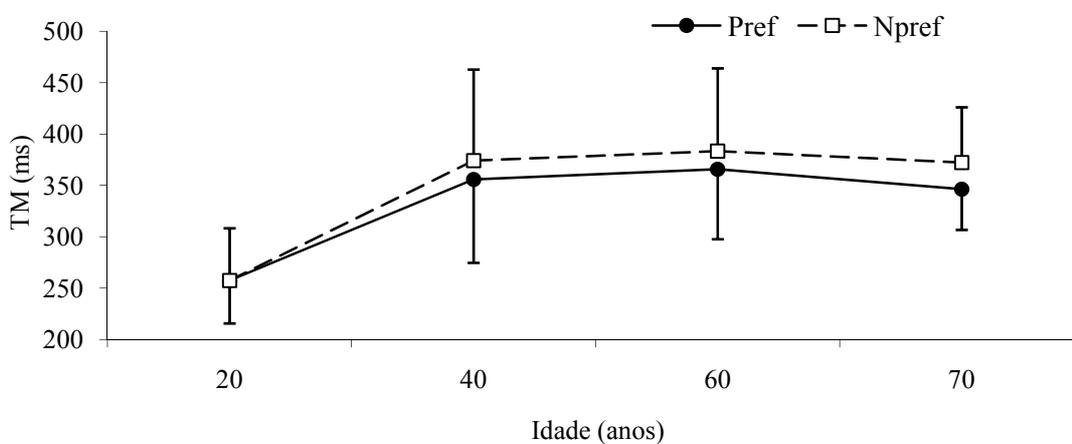


Figura 4.3 - Tempo de movimento para a tarefa de toque em alvo espacial com as mãos preferida e não-preferida em função da idade.

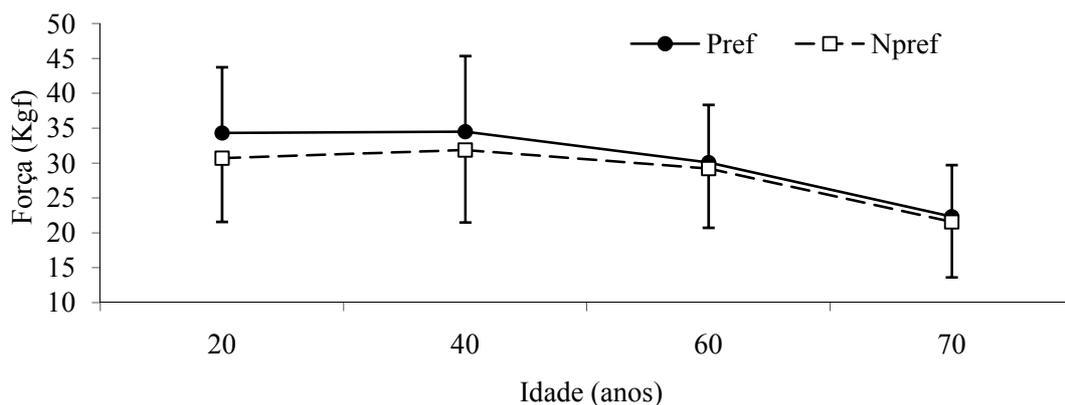


Figura 4.4 - Força máxima de preensão com as mãos preferida e não-preferida em função da idade.

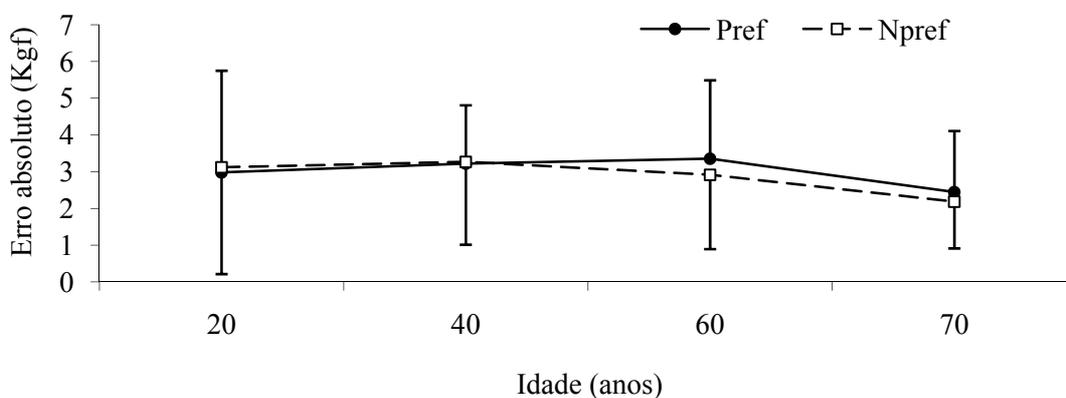


Figura 4.5 - Erro de força absoluto na tarefa de controle de força manual com as mãos preferida e não-preferida em função da idade.

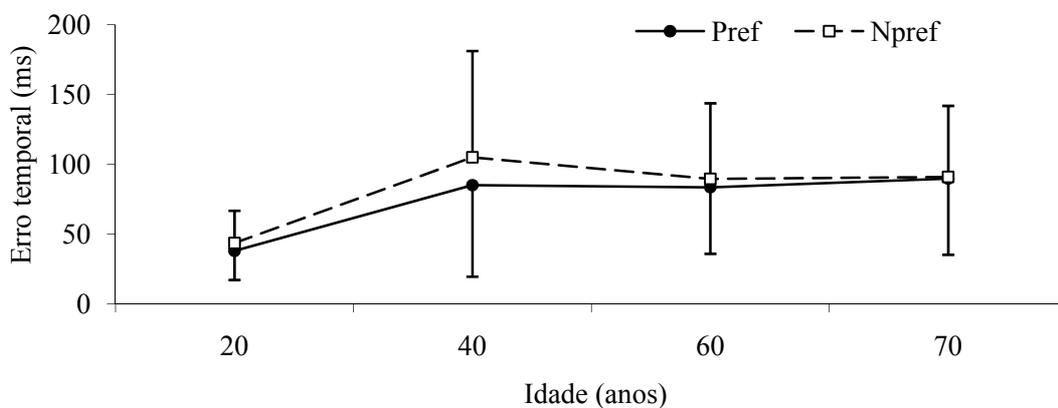


Figura 4.6 - Erro temporal absoluto na tarefa de sincronização com as mãos preferida e não-preferida em função da idade.

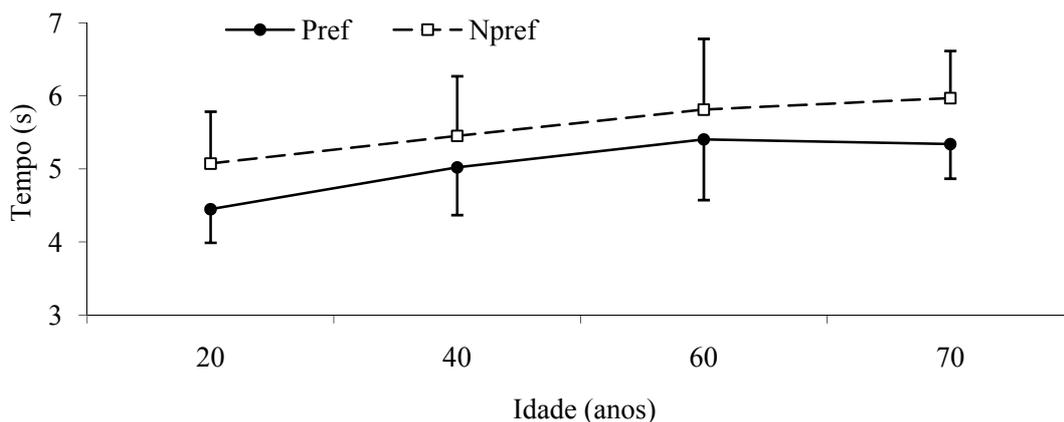


Figura 4.7 - Tempo para completar 30 toques sequenciais com haste vertical com as mãos preferida e não-preferida em função da idade.

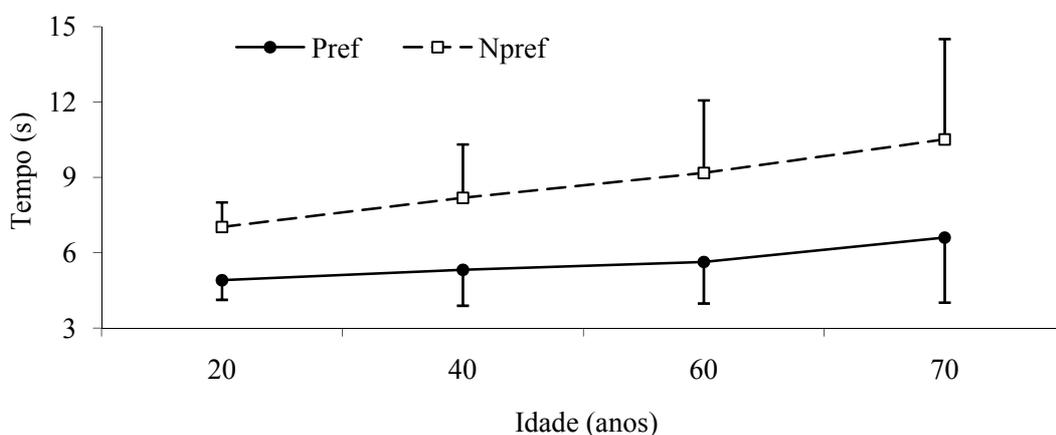


Figura 4.8 - Tempo para completar uma série de dez desenhos (círculos) com as mãos preferida e não-preferida em função da idade.

A análise dos índices algébricos sugere a existência de pelo menos três categorias de comportamento que se mantêm através das idades: simetria lateral com baixa variância, simetria lateral com alta variância e assimetria lateral. Simetria lateral com baixa variância pode ser observada nas tarefas de *toques entre os dedos* e *velocidade de reação*, em que as médias próximas a zero indicam que no cômputo geral dos valores de grupo a tendência é de haverem desempenhos bastante simétricos entre as mãos preferida e não-preferida. Além disso, a baixa variância mostra que os valores positivos e negativos foram de baixa magnitude, como será mostrado na análise do índice absoluto de assimetria lateral.

Nas tarefas de *controle de força* e *sincronização* foi observado um padrão diferente de comportamento, caracterizado por médias um pouco mais elevadas de assimetria lateral e altos valores de variância. Esse perfil de grupo é indicativo de que, apesar da tendência direcional não ser bem-definida, existem valores individuais bastante assimétricos. E a terceira categoria está representada pelas tarefas de *toque em alvo*, *força máxima de preensão*, *toques com haste*

vertical e *desenhos seqüenciais*. Nessas quatro tarefas foram encontradas diferenças significativas de desempenho entre as mãos preferida e não-preferida, o que ficou mais evidente na tarefa de *desenhos seqüenciais*. Nesta categoria foram evidenciadas assimetrias laterais de desempenho mais consistentes, de forma que os resultados obtidos com a mão preferida quase sempre foram melhores do que com a mão contrária.

A Figura 4.9 apresenta a distribuição de freqüências de desempenho em tarefas representativas de cada categoria (*toques entre os dedos*, *controle de força* e *desenhos seqüenciais*) para a faixa etária de 20 anos, mostrando mais claramente a variação dos índices de assimetria lateral de desempenho. Nessa figura pode-se observar a grande variância de desempenho para a tarefa de controle de força, enquanto que para a tarefa de toques entre os dedos todos valores estiveram concentrados entre índices de -10 e 10, isto é, sempre próximos a zero. Na tarefa de *desenhos seqüenciais* os valores estão concentrados na faixa entre 0 e 40, com predominância de índices entre 10 e 20. Um aspecto importante a ser mencionado é que, diferentemente das outras duas tarefas, nenhum valor negativo foi encontrado, demonstrando que há uma dominância lateral fortemente definida nessa categoria de tarefa.

A análise estatística dos índices algébricos de assimetria lateral foi conduzida através de uma análise de variância de dois fatores, 8 (Tarefa) x 4 (Idade), com medidas repetidas no segundo fator. Os resultados indicaram diferença significativa para o fator principal Tarefa [$F(7,413) = 12,80, p < 0,0001$]. Os contrastes posteriores apontaram diferenças significativas apenas entre a tarefa de *desenhos seqüenciais* e as demais. Tais resultados revelaram um índice de assimetria lateral consistentemente mais elevado e favorável ao desempenho com a mão preferida para a tarefa de *desenhos seqüenciais* através das idades, enquanto que nas outras tarefas os índices estiveram mais próximos de zero (Figura 4.10). Mesmo para as tarefas de *toques com haste vertical* e *força máxima de preensão*, nas quais foram observadas assimetrias significativas de desempenho, não foram encontradas diferenças em relação ao desempenho tipicamente simétrico encontrado para a maioria das tarefas (Figura 4.11).

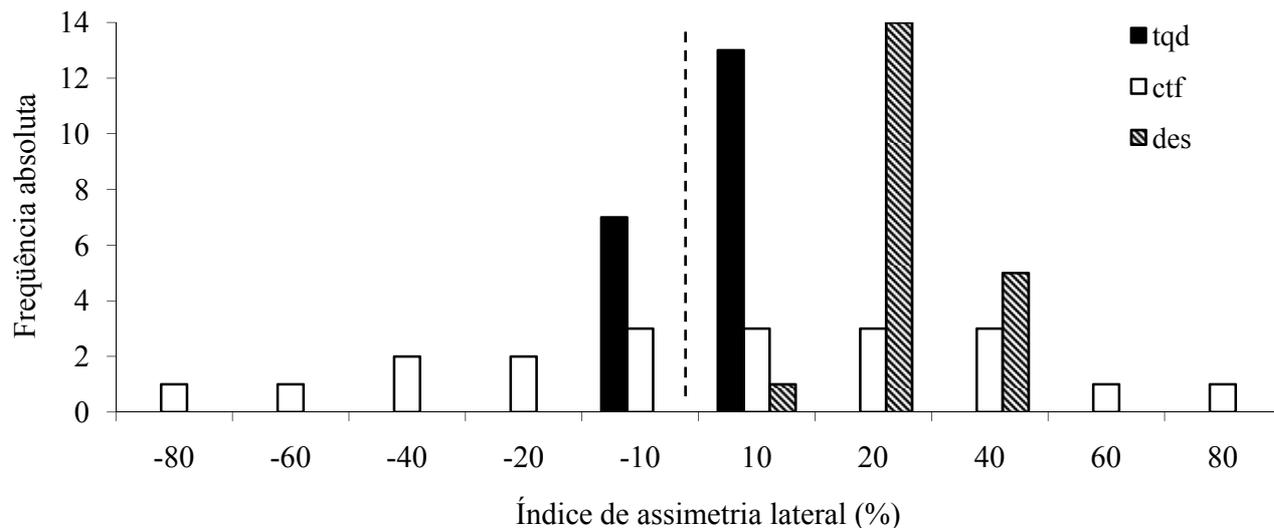


Figura 4.9 - Distribuição de frequências absolutas para os índices algébricos de assimetria lateral nas tarefas de toques entre os dedos (tqd), controle de força (ctf) e desenhos seqüenciais (des) na faixa etária de 20 anos.

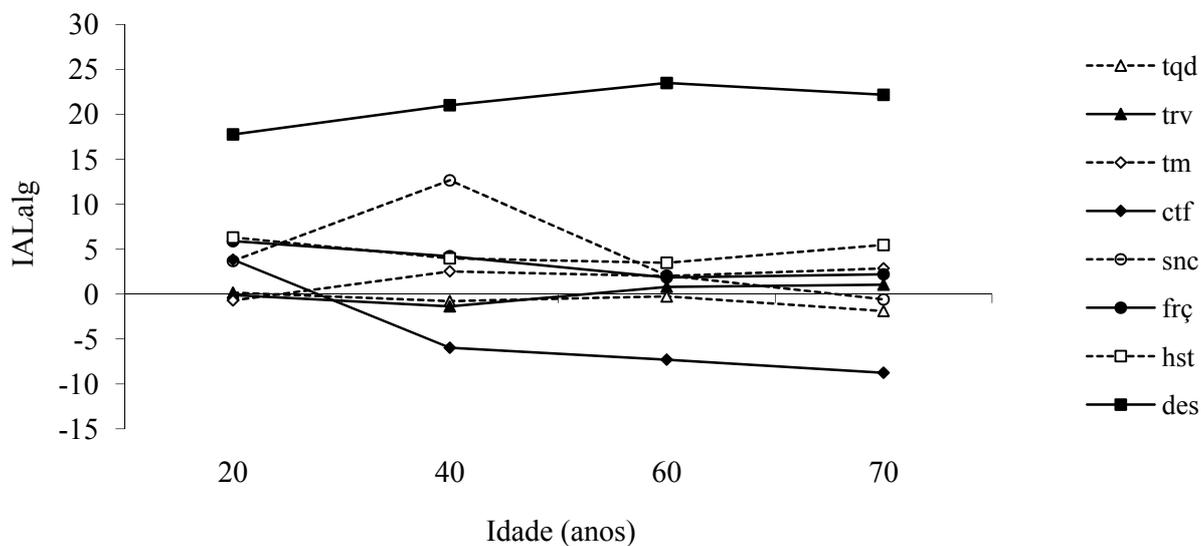


Figura 4.10 – Representação conjunta dos índices algébricos de assimetria lateral (%) em função da idade; tqd: toques entre os dedos, tr: tempo de reação visual; tm: tempo de movimento, ctf: controle de força, snc: sincronização, frç: força manual máxima; hst: toques com haste vertical; des: desenhos seqüenciais.

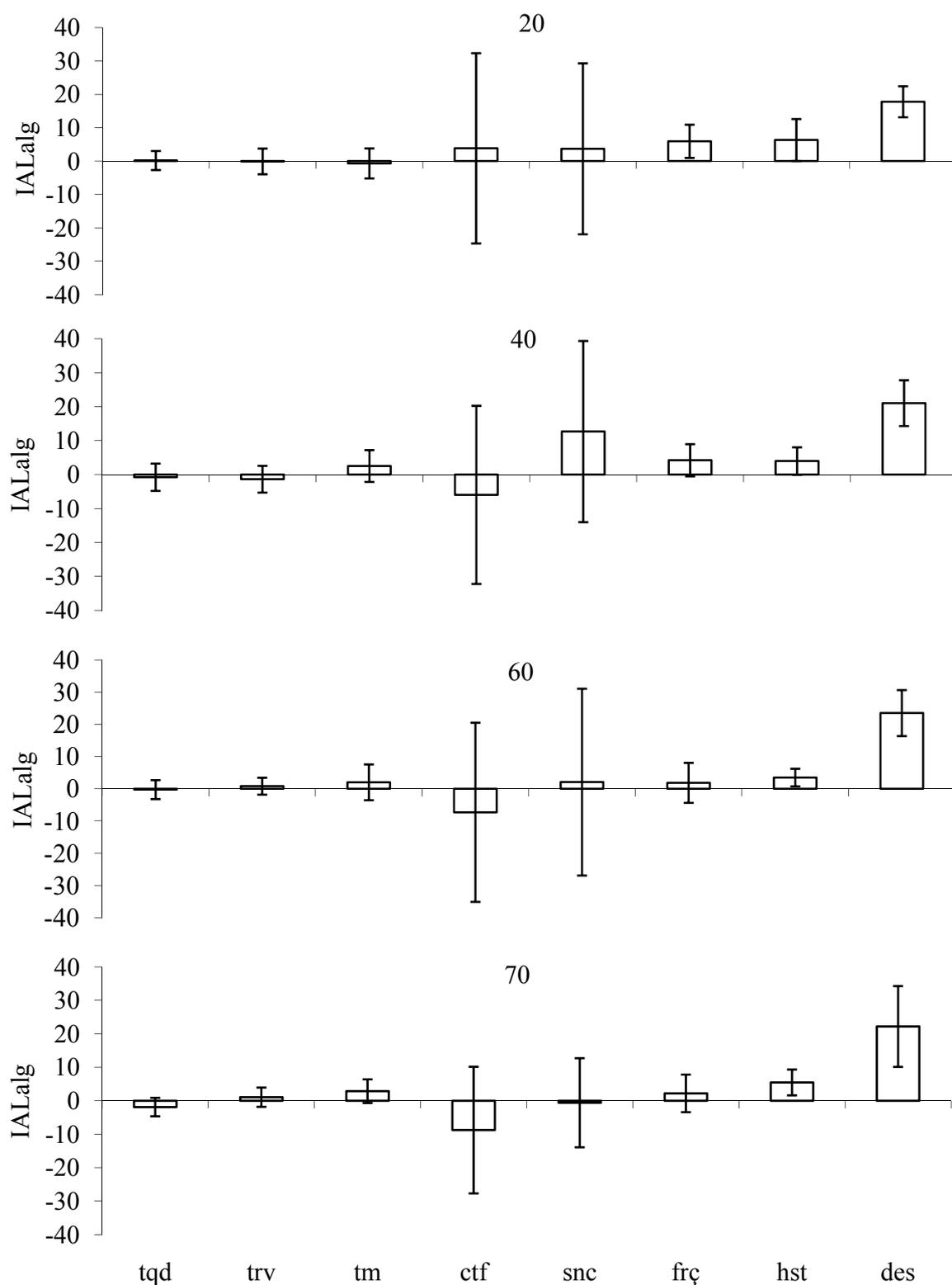


Figura 4.11 – Índices algébricos de assimetria lateral (desvio padrão indicado por barras verticais) para cada tarefa motora nas faixas etárias de 20, 40, 60 e 70 anos.

O mesmo modelo estatístico foi empregado para analisar os índices absolutos de assimetria lateral. Os resultados indicaram efeito significativo para o fator principal Tarefa [$F(7,413) = 199,26, p < 0,0001$] e interação entre os fatores principais [$F(21,413) = 1,57, p =$

0,05]. Os contrastes posteriores revelaram três níveis de assimetria distintos: o nível mais levado foi encontrado nas tarefas de *controle de força* e *sincronização*, no segundo patamar ficou a tarefa de *desenhos seqüenciais*, e no nível inferior ficaram as demais tarefas (Figura 4.12). Interessante notar que o conjunto de tarefas composto por *toques entre os dedos*, *velocidade de reação*, *toque em alvo*, *força máxima de preensão* e *toques com haste vertical*, mesmo quando se considera apenas a magnitude das diferenças intermanuais, apresenta valores bem próximos a zero. Tais resultados corroboram as análises prévias, mostrando que o desempenho foi predominantemente simétrico para a maioria das tarefas estudadas (Figura 4.13). A interação foi devida à redução dos índices de assimetria nas tarefas de *controle de força* e *sincronização* com o aumento da idade, enquanto que na tarefa de *desenhos seqüenciais* foi encontrada uma tendência oposta, com aumento do índice absoluto de assimetria dos 20 aos 60 anos de idade.

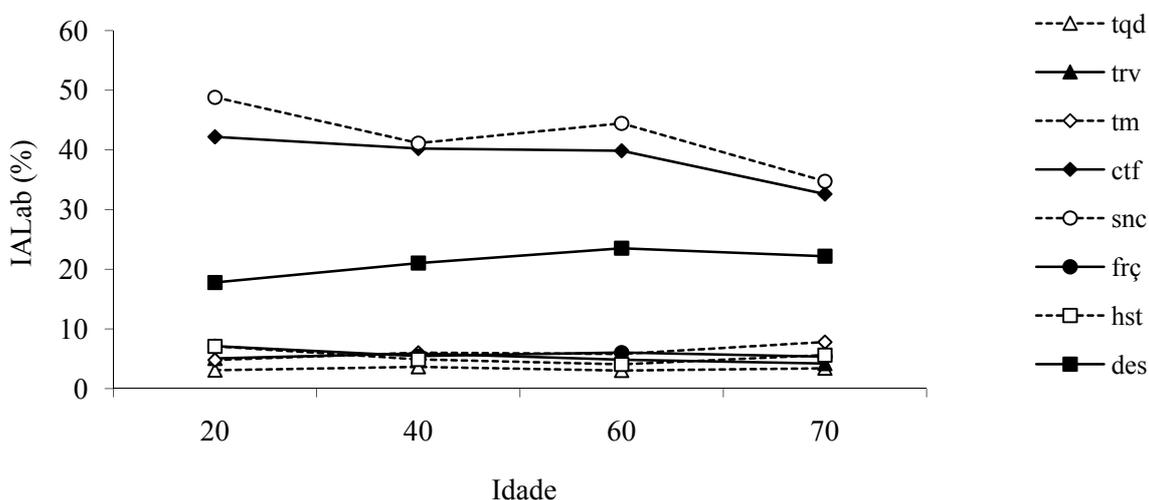


Figura 4.12 – Representação conjunta dos índices absolutos de assimetria lateral em função da idade; legenda para as variáveis na Figura 4.10.

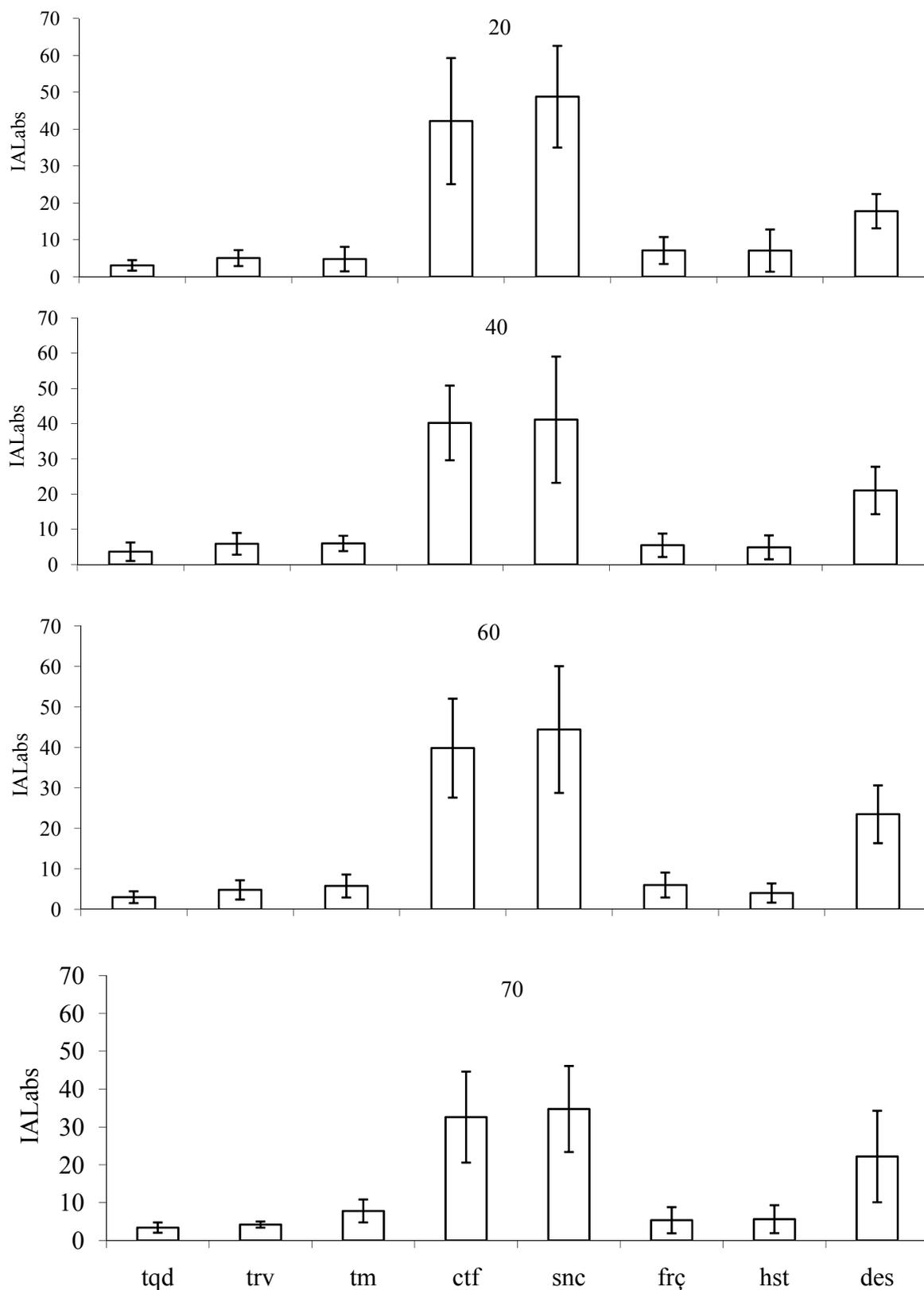


Figura 4.13 – Índice absoluto de assimetria lateral (desvio padrão indicado por barras verticais) para cada tarefa motora através das faixas etárias de 20, 40, 60 e 70 anos.

Complementando a análise estatística, foram feitas análises de correlação produto-momento de Pearson entre os escores observados com mão preferida e mão não-preferida em cada tarefa/faixa etária. Os resultados indicaram correlações significativas em todas as associações, com índices variando entre 0,32 e 0,97 (Tabela 4.1).

Tabela 4.1 – Índices de correlação produto-momento de Pearson (r) entre os desempenhos com mão preferida e mão não-preferida para cada tarefa/faixa etária.

	Idade			
	20	40	60	70
Toques entre dedos	0,93	0,91	0,91	0,93
Tempo de reação	0,75	0,79	0,72	0,40
Tempo de movimento	0,63	0,91	0,87	0,88
Controle de força	0,87	0,56	0,50	0,91
Sincronização	0,46	0,80	0,59	0,88
Força máxima	0,94	0,96	0,91	0,97
Haste vertical	0,32	0,82	0,95	0,71
Desenhos	0,83	0,86	0,84	0,74

A assimetria de preferência lateral, estimada através do Inventário de Dominância Lateral de Edimburgo, foi realizada com uma análise de variância de um fator para medidas independentes (Idade). Os resultados indicaram efeito significativo de Idade [$F(3,55) = 3,67$, $p < 0,05$]. Os contrastes através dos procedimentos de Newman-Keuls apontaram índices significativamente superiores nas idades de 60 e 70 anos em relação à idade de 20 anos. Na Figura 4.14 são apresentados os valores de assimetria lateral de preferência para o conjunto completo de participantes e quando apenas os participantes com preferência direita são considerados (retirada de um participante de cada um dos grupos de 40, 60 e 70 anos).

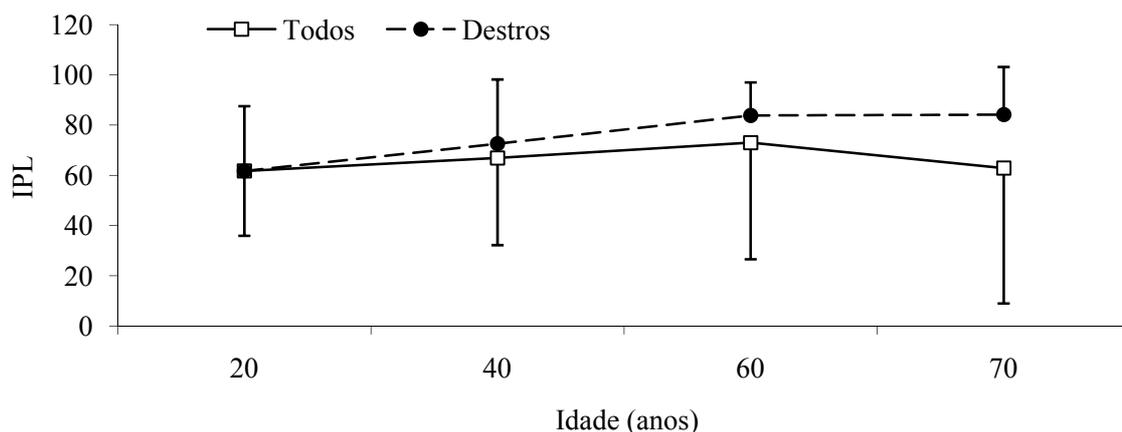


Figura 4.14 – Variação do índice de preferência lateral (Inventário de Dominância Lateral de Edimburgo) em função da idade; a linha tracejada representa as médias somente dos participantes com preferência lateral direita, enquanto a linha cheia indica as médias com a retirada dos participantes com preferência lateral esquerda, um de cada um dos grupos de 40, 60 e 70 anos de idade.

Discussão

Declínio de desempenho em função da idade

Em uma análise geral, os resultados indicam que o declínio no desempenho não é proporcional à passagem de tempo. Para tempo de reação visual, os resultados de Grouios (1991) mostraram uma tendência linear de aumento de latência de reação em função da idade. Os resultados aqui apresentados, entretanto, revelaram tendência semelhante até os 60 anos, com quebra nessa tendência na passagem dos 60 para os 70 anos. A população mais idosa apresentou valores de tempo de reação visual sem elevação significativa em relação à idade anterior, com resultados até mesmo mais próximos da faixa de 40 anos do que os indivíduos de 60 anos (cf. Wilkinson & Allison, 1989, para resultados semelhantes). Padrão semelhante foi observado para a tarefa de toques com haste vertical.

Em outras tarefas envolvendo velocidade de movimento também foram encontradas quebras na tendência de deterioração gradual de desempenho em função do envelhecimento, como indicado na análise das tarefas de *toque em alvo* e *toques entre os dedos*. Nessas tarefas foi encontrada diferença significativa apenas entre a idade de 20 anos e as faixas etárias subseqüentes, o que representa relativa estabilidade de desempenho dos 40 aos 70 anos. Em investigações prévias relatando aumento de tempo de movimento com a idade, tem-se adotado usualmente a estratégia de comparar uma faixa etária avançada com participantes na faixa etária de 20-30 anos (p.e., Pratt, Chasteen & Abrams, 1994). Tais estudos somente possibilitam saber que existe uma queda de desempenho quando se atinge idades relativamente avançadas, mas não indicam como esse processo ocorre ao longo do tempo. Uma exceção é encontrada no

trabalho de York e Biederman (1990), em que o tempo de movimento numa tarefa de toques recíprocos foi estudado em populações de 20 a 89 anos de idade. Os resultados foram em certo aspecto semelhantes àqueles relatados neste estudo, uma vez que a queda mais expressiva de desempenho ocorreu justamente na passagem dos 30 para os 40 anos, como observado aqui para nas tarefas de *toque em alvo* e *toques entre os dedos* na passagem de 20 para 40 anos.

No que se refere à produção de força, os resultados aqui relatados corroboraram achados de investigações anteriores (cf. Booth, Weeden & Tseng, 1994, para revisão) ao revelar declínio progressivo de força manual máxima a partir dos 40 anos de idade, com queda mais acentuada em idades avançadas. Em termos proporcionais, foi observado declínio de aproximadamente 13% na passagem de 40 para 60 anos, e queda adicional de 25% na transição entre 60 e 70 anos. Uma vez que a população estudada foi de pessoas fisicamente ativas, a força muscular parece ser uma variável inexoravelmente prejudicada pelo envelhecimento. Tal característica tem sido proposta ser o resultado de um processo de atrofia do sistema muscular, a qual pode estar relacionada a alterações de células musculares e nervos motores que ocorre durante o envelhecimento (Booth, Weeden & Tseng, 1994).

Nas tarefas que dependem mais de precisão do que força ou velocidade, como em *sincronização* e *controle de força*, não foi encontrado um padrão singular de alteração de desempenho ao longo do envelhecimento. Para controle de força não foram encontradas diferenças significativas em qualquer das comparações efetuadas entre idades, o que é indicativo da fraca influência do envelhecimento nesta variável. Tais resultados estão em discordância com aqueles encontrados por Cole (1991) e Lazarus e Haynes (1997), os quais indicaram uma capacidade reduzida dos idosos em regular a força de preensão em movimentos do tipo pinça. A discrepância entre resultados prévios e estes aqui relatados pode ser conseqüência do tipo de tarefa empregado, uma vez que a empunhadura de força usada para acionar o dinamômetro pode ter inibido o aparecimento de diferenças na qualidade de controle motor entre grupos etários, a qual fica evidente em habilidades requerendo controle fino de força (cf. Cole, 1991). O que os resultados aqui apresentados mostram, contudo, é que a deterioração no controle de força não é uma característica que acompanha obrigatoriamente o envelhecimento (cf. Cole & Beck, 1994).

Para a tarefa de *sincronização* foi observado um declínio acentuado de desempenho na passagem de 20 para 40 anos, com posterior estabilização de desempenho nas idades seguintes. Nessa tarefa um dos aspectos principais para o bom desempenho é a habilidade de integrar informação visual ao controle de movimentos, a fim de se obter uma boa temporização da resposta. Nesse sentido, a deterioração de funções sensoriais e motoras, que estão associadas ao envelhecimento, parece não afetar o desempenho na tarefa. Hipoteticamente, tal declínio de desempenho está relacionado mais à redução do volume de experiências motrizes requerendo integração visomotora do que à deterioração estrutural do sistema neuromuscular. Uma vez que a antecipação de coincidência é transferível entre tarefas motoras (Bard et al., 1995; Matos, Teixeira, Lomônaco, Lima & Sañudo, 2001), a diminuição de experiências práticas em tarefas

esportivas envolvendo sincronização de movimentos a eventos ambientais, normalmente observada quando os indivíduos deixam de ser adultos jovens, pode estar por traz dessa queda significativa de desempenho. Por esse raciocínio, a transferência de aprendizagem intertarefas seria uma das possíveis causas da vantagem observada dos participantes de 20 anos de idade, uma vez que essa é uma tarefa de laboratório e não houve prática específica por parte dos participantes antes de sua participação no experimento.

Ao final da análise do desempenho de diferentes grupos etários nas tarefas motoras aqui empregadas chega-se à conclusão de que não houve um padrão único de declínio de desempenho. O perfil de desempenho em cada tarefa motora ao longo do envelhecimento parece ter suas características particulares, com as maiores quedas de desempenho em idades mais baixas para o grupo de tarefas composto por *toques entre os dedos*, *toque em alvo* e *sincronização*; em idades mais avançadas para *força máxima de preensão* e *desenhos seqüências* (mão preferida); desempenho estável através das idades para *controle de força*; e declínio progressivo até os 60 anos, com subsequente estabilização na década seguinte, para as tarefas de *tempo de reação* e *toques com haste vertical*. Dessa forma, esses resultados constituem-se em suporte contrário à “hipótese de fator único” (Cerella, 1985) e apontam para a hipótese alternativa de “fatores múltiplos” na determinação da taxa de declínio de desempenho sensorio-motor durante o envelhecimento (ver também Santos, 1999, para conclusão semelhante). Por fatores múltiplos entende-se uma série de variáveis que possuem potencial para alterar o desempenho motor. Um desses fatores seria a capacidade de processamento, como evidenciado por Teasdale et al. (1993), a qual pode ser deteriorada em algumas funções antes de outras. Um fator possivelmente associado a este primeiro é o efeito da interação com o ambiente. Se o uso de uma dada função auxilia em sua própria preservação durante o envelhecimento, aquelas funções mais utilizadas no dia-a-dia de um indivíduo devem apresentar uma taxa de declínio durante o envelhecimento inferior a outras funções que não sejam usualmente exercitadas. Como consequência, o resultado esperado em termos de capacidade de controle motor com o envelhecimento seria justamente uma diversidade de padrões de declínio funcional específicos à tarefa, da forma como foi observado nos presentes resultados.

Assimetrias laterais de desempenho e preferência manual

Na introdução desse estudo foram apresentadas duas hipóteses concorrentes sobre a variação de assimetrias laterais de desempenho durante o envelhecimento: redução versus aumento da assimetria lateral com o avanço da idade. À medida que tais hipóteses foram formuladas com base em observações do comportamento geral de pessoas idosas ou evidências experimentais indiretas, os resultados aqui relatados trazem dados relevantes para o contraste dessas hipóteses. Em uma análise geral, os nossos achados podem ser sintetizados da seguinte maneira: (a) comportamento consistentemente simétrico nas tarefas de *toques entre os dedos*,

velocidade de reação, controle de força e sincronização; (b) assimetria estável com o avanço da idade nas tarefas de *toque em alvo e toques repetidos com haste*; (c) aumento de assimetria com o avanço da idade na tarefa de *desenhos seqüenciais*; (d) redução de assimetria com o avanço da idade na tarefa de *força manual máxima*; (e) correlações significativas entre os desempenhos com a mão preferida e não-preferida em todas as tarefas e faixas etárias; e (f) aumento do índice de preferência lateral com o avanço da idade.

Apesar do comportamento motor humano ser usualmente considerado como assimétrico por natureza, simetria de desempenho com as mãos preferida e não-preferida tem sido observada em inúmeras tarefas motoras, tais como tempo de reação visual simples (Teixeira et alii, 1999), toques alternados entre os dedos (Fagard, 1987), toque em alvo (Carson, Goodman & Elliott, 1992) e algumas tarefas industriais (Salazar & Knapp, 1996), para citar apenas alguns exemplos. Um dos aspectos marcantes nos presentes resultados é que em metade das tarefas estudadas o desempenho foi consistentemente simétrico dos 20 aos 70 anos de idade. Isso implica uma capacidade similar de controle com os lados preferido e não-preferido, que contraria a concepção de dominância de um hemisfério cerebral sobre o outro para funções de controle motor. Nesse sentido, um dado a ser salientado é que se trata de um conjunto bastante heterogêneo de tarefas, o qual requer diferentes funções de controle, passando por velocidade de reação, temporização de movimentos e controle manual fino. Essa última função, em particular, é predominantemente controlada pelo hemisfério cerebral contralateral, o que desqualifica a suposição de ausência de diferenças intermanuais por uma participação conjunta dos dois hemisférios cerebrais, como ocorre no controle de movimentos controlados com músculos proximais (Colebatch et alii, 1991). Outro argumento que poderia ser levantado contra a simetria de desempenho é que nessas tarefas os indivíduos precisariam de alguma prática para que as diferenças intermanuais se manifestassem. Entretanto, em estudos experimentais de aprendizagem motora, em que foi realizada a mesma quantidade de prática com as mãos preferida e não-preferida em tarefas de sincronização (Teixeira, 2000), controle de força (Teixeira, 1993) e apreensão de um objeto móvel (Teixeira, 1999), foi mostrado que o desempenho continua simétrico e atinge o mesmo patamar após várias tentativas de prática (cf. Parte II desta Tese). Os resultados aqui expostos complementam esse quadro, ao mostrar que tal comportamento predominantemente simétrico é estável ao longo do envelhecimento. Dessa forma, pode-se concluir que as modificações estruturais e comportamentais que acompanham o envelhecimento não foram potentes o bastante para alterar a relação de desempenho entre as mãos preferida e não-preferida nessas tarefas motoras.

Outra tarefa em que a assimetria lateral manteve-se estável com o avanço da idade foi a de *toques seqüências com haste vertical*, porém a consistência comportamental foi em termos de vantagem de desempenho com a mão preferida. Essa tarefa envolve uma refinada temporização dos músculos flexores e extensores do punho, exigindo ciclos rápidos de ativação/inibição de músculos agonistas e antagonistas. Para esse tipo de tarefa motora em particular, o hemisfério cerebral esquerdo parece possuir uma capacidade superior de controle,

que já se manifestada em idades precoces. Isso ficou evidente no estudo de Denckla (1974), em que assimetrias laterais de desempenho foram estudadas em crianças de 5 a 11 anos de idade em uma série de tarefas motoras, dentre as quais algumas envolvendo o tipo de temporização intermuscular descrito acima. Nas quatro tarefas com essa característica (toques repetidos com os dedos, flexões-extensões rápidas dos punhos, toques repetidos com os pés e toques alternados entre as pontas dos pés e os calcanhares), foram encontradas assimetrias laterais consistentes ao longo das idades estudadas. Ingram (1975) encontrou evidência de que tal assimetria está presente em idades ainda inferiores, com a superioridade da mão preferida manifestando-se já aos três anos de idade. Esses resultados desqualificam a suposição de que a assimetria de desempenho nessa tarefa, observada consistentemente em populações adultas (cf. Hammond et alii, 1988; Peters, 1980, 1981; Schmidt et alii, 2000; Teixeira & Paroli, 2000; Todor & Kyprie, 1980; Truman & Hammond, 1990), seria fruto do diferencial de prática entre os dois lados do corpo durante o ciclo de vida.

Os resultados aqui apresentados complementam esse quadro ao mostrar que, além de consistente na infância e idade adulta, a assimetria de desempenho não é afetada pelo envelhecimento. Resultados similares foram encontrados por Francis e Spirduso (2000), na comparação entre populações jovens e idosas. A assimetria lateral foi relativamente reduzida, sem grandes diferenças de desempenho entre as mãos, porém de forma extremamente consistente. Dessa forma, esses resultados mostram de forma clara que a vantagem de controle com a mão preferida nessa tarefa se mantém inalterada na terceira idade, possivelmente refletindo uma capacidade diferenciada nessa função de controle motor do hemisfério cerebral dominante.

A tarefa de *desenhos seqüências* consistiu na única condição em que foi encontrada assimetria lateral crescente com o avanço da idade. Diferentemente das demais tarefas estudadas, entretanto, a escrita manual é uma habilidade freqüentemente praticada pela maioria das pessoas no seu cotidiano. Essa prática é usualmente iniciada em idade escolar e é mantida nas mais variadas atividades profissionais. Assim, temos um exemplo único de um possível efeito do diferencial de prática cumulativa entre as mãos durante a vida. Em um estudo com crianças, Rigal (1992) encontrou evidências que apontam também para essa conclusão. Nesse trabalho foram encontradas assimetrias de desempenho crescente em função do avanço da idade em crianças de seis a nove anos em uma tarefa envolvendo escrita. Como essa fase corresponde a um aumento expressivo do uso da mão preferida para atividades de escrita e pintura, a maior quantidade de prática com uma das mãos é a explicação mais plausível para a alteração da assimetria manual. De fato, com base em princípios bem conhecidos de aprendizagem motora, seria de se esperar certa especificidade de aprendizagem com o segmento corporal usado na prática de uma tarefa motora, apesar de parte da aprendizagem ser compartilhada com o membro homólogo (ver Parte II desta Tese). Um aspecto interessante nesses resultados, contudo, é que mesmo com a suposta redução de atividades de escrita, que normalmente ocorre com o ingresso na terceira idade, a assimetria de desempenho alcançou os

patamares mais elevados nas idades mais avançadas. Tais resultados suportam, de forma qualificada, a hipótese de aumento de assimetria lateral com o envelhecimento. Uma vez que habilidades de escrita são transferidas entre os desempenhos com as mãos preferida e não-preferida (Latash, 1999), uma possível causa do aumento de assimetria lateral nessa tarefa é a degeneração estrutural do corpo caloso (Weis et alii, 1991), dificultando a transferência interlateral de informação e tornando mais específicos os efeitos da prática unilateral diária.

Tendência oposta a essa observada na tarefa de *desenhos seqüenciais* foi observada para *força máxima de preensão*, com redução de assimetria lateral nos indivíduos mais velhos. Os resultados indicaram que a idade de 40 anos é crítica em termos de força manual, pois a partir deste ponto passou a haver significativa queda de força e simetria de desempenho entre as mãos. Aparentemente a degeneração de estruturas neuromusculares, responsáveis pela produção de força (ver sessão anterior), e a redução drástica de atividades cotidianas que exigem força, possuem um papel decisivo na redução de assimetrias de desempenho nessa variável. Assim, o desuso parece produzir um efeito seletivo sobre a mão preferida, fazendo com que o ganho diferenciado de força com a mão preferida até a idade adulta seja revertido em idades mais avançadas, resultando em um declínio mais acentuado da força com a mão preferida na passagem dos 40 para os 60 anos. A década seguinte foi caracterizada pela manutenção do desempenho simétrico entre as mãos. Resultados como esses sugerem que, diferentemente da habilidade de ativar e inibir músculos antagônicos rapidamente, como na tarefa de *toques repetidos com haste vertical*, a assimetria de força de preensão é adquirida como resultado do diferencial de prática entre as mãos ao invés de uma capacidade superior de um dos hemisférios cerebrais. Como a aquisição de força se trata de um processo dinâmico, e portanto reversível, a redução de uso da mão preferida em conjunto com uma provável maior utilização da mão não-preferida talvez sejam as principais responsáveis pela simetrização de desempenho.

A análise global desses resultados revela uma diversidade de padrões de assimetria lateral bastante grande. Em relação a esse aspecto, a comparação entre os índices algébricos e absolutos de assimetria oferece dados que permitem conclusões ainda mais qualificadas sobre tais padrões de assimetria. Na tarefa de *desenhos seqüenciais* o contraste entre os índices algébricos e absolutos revelou pouca diferença, mostrando que a assimetria lateral foi consistentemente favorável à mão preferida. Algo semelhante foi observado nas tarefas de *toques com haste vertical* e *toque em alvo*, porém com índices de menor magnitude. Nas tarefas envolvendo precisão, entretanto, o padrão encontrado foi bastante distinto. Para *sincronização* e *controle de força* os índices algébricos foram de baixa magnitude, enquanto os índices absolutos foram os mais elevados dentre as tarefas estudadas. Essa comparação revela que, a despeito de valores elevados de assimetria de desempenho, a direção da assimetria não foi bem definida na população. Isto é, aproximadamente metade dos participantes de cada grupo teve melhor desempenho com a mão preferida nessas tarefas e metade foi superior com a mão não-preferida. Como corolário, não se pode falar em um padrão singular de assimetria

lateral de desempenho ou tampouco em superioridade universal de desempenho com a mão preferida sobre a mão contrária.

Um importante dado adicional para a discussão das assimetrias laterais observadas é que, apesar da diversidade de padrões, em todas as medidas e idades foram encontrados índices de correlação significativos entre os desempenhos com as mãos preferida e não-preferida. Tal associação entre os desempenhos com uma mão e com a outra foi previamente encontrada por Teixeira & Paroli (2000) e é indicativa de um mecanismo fundamental de controle motor, que promove a intercomunicação entre os dois lados do corpo. Essa propriedade aparentemente impede que haja um desenvolvimento estritamente unilateral a partir do diferencial de prática entre as mãos, redundando em variações compartilhadas de desempenho entre os lados preferido e não-preferido, mesmo que a prática seja estritamente unilateral. Algo que impressiona nesses resultados é a magnitude dos valores de correlação, atingindo em vários casos índices superiores a 0,90, os quais raramente são observados em medidas comportamentais de natureza semelhante. Outro aspecto interessante nesses resultados é que mesmo em tarefas em que foi encontrada assimetria consistente de desempenho os índices de correlação foram elevados. Na verdade, alguns dos maiores índices de correlação foram observados nas tarefas de *toques repetidos com haste vertical* e *força máxima de preensão*, indicando que a assimetria lateral e a correlação entre os desempenhos intermanuais não são fatores associados. Aparentemente, tal correlação entre os desempenhos com cada uma das mãos é indicativa de uma propriedade geral do sistema sensorio-motor, responsável por manter a maioria das assimetrias laterais estáveis ao longo da vida.

O aumento da força de assimetria lateral de preferência manual observado com o avanço da idade está em conformidade com achados anteriores indicando aumento da incidência de pessoas com preferência lateral direita em populações mais velhas (Porac, 1993; Porac, Coren & Duncan, 1980). Diferentemente da maioria das assimetrias de desempenho, os índices de assimetria de preferência apresentaram valores crescentes até os 60 anos de idade, com posterior estabilização na transição para a faixa etária seguinte. Como esse padrão de preferência assemelha-se somente ao padrão de assimetria de desempenho na tarefa de *desenhos seqüências*, uma conclusão direta desses resultados é que assimetrias de preferência e de desempenho correspondem a dimensões independentes da lateralidade humana. Isto é, forte preferência lateral, como normalmente se encontra na população em geral, não é indicativa de correspondente assimetria de desempenho. Esse achado vem complementar os resultados de assimetria de desempenho já discutidos, uma vez que a própria diversidade de padrões de assimetria motora revela a inexistência de um fator único regulando em conjunto o que se chama de lateralidade, o qual engloba tanto o conceito de preferência quanto de desempenho. Portanto, à luz dos achados aqui expostos, o conceito de dominância lateral deve ser redefinido para uma concepção estritamente específica à tarefa. A determinação de tal dominância parece ser multidimensional, com influência de fatores tais como capacidades especiais inatas de cada

hemisfério cerebral, prática diferencial prévia entre segmentos corporais homólogos e a própria idade do indivíduo.

Referências

- Bard, C., Fleury, M., Gagnon, M., Michaud, D., Teasdale, N. & Proteau, L. (1995). The transfer of perceptual and/or motor training to the performance of a coincidence-anticipation task. Journal of Experimental Child Psychology, 59, 32-48.
- Booth, F.W., Weeden, S.H. & Tseng, B.S. (1994). Effect of age on human skeletal muscle and motor function. Medicine and Science in Sports and Exercise, 26(5), 556-560.
- 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.
- Cerella, J. (1985). Information processing rates in the elderly. Psychological Bulletin, 98(1), 67-83.
- Cole, K.J. (1991). Grasp force control in older adults. Journal of Motor Behavior, 23(4), 251-258.
- Cole, K.J. & Beck, C.L. (1994). The stability of precision grip force in older adults. Journal of Motor Behavior, 26(2), 171-177.
- Colebatch, J. G., Deiber, M. -P., Passingham, R. E., Friston, K. J. & Frackowiak, R. S. J. (1991). Regional cerebral blood flow during voluntary arm and hand movements in human subjects. Journal of Neurophysiology, 65, 1392-1401.
- Denckla, M.B. (1974). Development of motor co-ordination in normal children. Developmental Medicine and Child Neurology, 16, 720-742.
- Fagard, J. (1987). Does manual asymmetry of high-handers change between six and nine years of age? Human Movement Science, 6, 321-332.
- Goggin, N.L. & Meeusen, H.J. (1992). Age-related differences in the control of spatial aiming movements. Research Quarterly for Exercise and Sport, 63(4), 366-372.
- 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.
- Ingram, D. (1975). Motor asymmetries in young children. Neuropsychologia, 13, 95-10.
- Latash, M.L. (1999). Mirror writing: Learning, transfer, and implications for internal reversal model. Journal of Motor Behavior, 31(2), 107-111.
- Lazarus, J.-A.C. & Haynes, J.M. (1997). Isometric pinch force control and learning in older adults. Experimental Aging Research, 23, 179-200.
- Matos, T.C.S., Teixeira, L.A., Lomônaco, J.F.B., Lima, A.C.P. & Sañudo, A. (2001). Transferência de aprendizagem em tarefas sincronizatórias com diferentes níveis de complexidade motora. In: L.A. Teixeira (Ed.), Avanços em comportamento motor. Rio Claro: Movimento.
- Mitrushina, M., Fogel, T., D'Elia, L., Uchiyama, C. & Satz, P. (1995). Performance on motor tasks as an indication of increased behavioral asymmetry with advancing aging. Neuropsychologia, 33(3), 359-364.

- Morgan, M., Bradshaw, J.L., Phillips, J.G., Mattingley, J.B., Iansak, R. & Bradshaw, J.A. (1994). Effects of hand and age upon abductive and adductive movements: A Kinematic analysis. Brain and Cognition, 25, 194-206.
- 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.
- Porac, C. (1993). Are age trends in adult hand preference best explained by developmental shifts or generational differences? Canadian Journal of Experimental Psychology, 47A(4), 697-713.
- Porac, C., Coren, S. & Duncan, P. (1980). Life-span age trends in laterality. Journal of Gerontology, 35(5), 715-721.
- Pratt, J., Chasteen, A.L. & Abrams, R.A. (1994). Rapid aimed limb movements: Age differences and practice effects in component submovements. Psychology of Aging, 9(2), 325-334.
- Rigal, R. (1992). Which handedness: Preference or performance? Perceptual and Motor Skills, 75, 851-866.
- Salazar, P. S. & Knapp, R. (1996). Preferred and nonpreferred hand skill in performing four industrial tasks. Human Performance, 9, 65-75.
- Santos, S. (1999). Cognitive aspects of movement timing control in old age. Doctoral Dissertation, University of Manchester, United Kingdom,.
- Schmidt, S., Oliveira, R.M., Krahe, T.E. & Filgueiras, C.C. (2000). The effects of hand preference and gender on finger tapping performance asymmetry by the use of an infra-red light measurement device. Neuropsychologia, 38, 529-534.
- Seidler, R.D. & Stelmach, G.E. (1995). Reduction in sensorimotor control with age. Quest, 47, 386-394.
- Seidler-Dobrin, R.D. & Stelmach, G.E. (1998). Persistence in visual feedback control by the elderly. Experimental Brain Research, 119, 467-474.
- Teasdale, N., Bard, C., LaRue, J. & Fleury, M. (1993). On the cognitive penetrability of posture control. Experimental Aging Research, 19, 1-13.
- 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., 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.

- Weis, W., Jellinger, K. & Wenger, E. (1991). Morphometry of the corpus callosum in normal aging and Alzheimer's disease. Journal of Neural Transactions, 33, 35-38.
- White, L.E., Lucas, G., Richards, A. & Purves, D. (1994). Cerebral asymmetry and handedness. Nature, 368, 197-198.
- Wilkinson, R.T. & Allison, P. (1989). Age and simple reaction time: Decade differences for 5,325 subjects. Journal of Gerontology, 22(2), 29-35.
- Williams, K., Haywood, K. & VanSant, A. (1998). Changes in throwing by older adults: A longitudinal investigation. Research Quarterly for Exercise and Sport, 69(1), 1-10.
- Yan, J.H., Thomas, J.R. & Stelmach, G.E. (1998). Aging and rapid aiming arm movement control. Experimental Aging Research, 24, 155-168.
- Yasuda, Y. & Miyamura, M. (1983). Cross transfer effects of muscular training on blood flow in the ipsilateral and contralateral forearms. European Journal of Applied Physiology, 51, 321-329.
- York, J.L. & Biederman, I. (1990). Effects of age and sex on reciprocal tapping performance. Perceptual and Motor Skills, 71, 675-684.