

TEMPO DE REAÇÃO E A APRENDIZAGEM DE UMA TAREFA DE "TIMING" ANTECIPATÓRIO EM IDOSOS

Suely SANTOS^{*}
Go TANI^{*}

RESUMO

Parece que a "performance" motora em idosos está relacionada ao sistema efetor mais em termos de controle do que de força muscular, particularmente com a velocidade de processamento de informações. Durante o envelhecimento há um aumento do tempo de resposta motora devido a modificações estruturais e funcionais do organismo. Entretanto, a identificação dos fatores envolvidos nesta lentidão e o efeito destes fatores na organização espacial e temporal de movimentos ainda necessitam de maiores estudos. O objetivo deste estudo foi medir, inicialmente, o tempo de reação (TR) de indivíduos idosos e então verificar a sua influência na aprendizagem de uma tarefa de "timing" antecipatório. Trinta indivíduos entre 60 e 79 anos de idade participaram do experimento. Para investigar o efeito do TR foram formados dois grupos experimentais: (TRC) tempo de reação curto; e (TRL) tempo de reação longo. Os resultados foram analisados em termos de erros absoluto, constante e variável, aplicando-se análise de variância, teste t de Student e teste de Tukey. Ambos os grupos mostraram uma diminuição gradativa de erros na fase de aquisição e mantiveram um nível de desempenho semelhante na fase de retenção. O efeito do TR curto ou longo foi diluído durante o processo de aprendizagem. Os resultados revelaram que mesmo partindo de estados iniciais diferentes, alcançou-se o mesmo patamar de desempenho (estado final semelhante), evidenciando a importância de se considerar as diferenças individuais no que se refere a adaptabilidade do idoso na aprendizagem motora.

UNITERMOS: Tempo de reação; Aprendizagem motora; Envelhecimento; "Timing" antecipatório.

INTRODUÇÃO

A "performance" motora parece estar particularmente relacionada às mudanças de velocidade de processamento (Thomas, 1980). De acordo com Welford (1984, 1985), a maioria das mudanças de "performance" durante o envelhecimento poderia ser entendida em termos de déficits sensório-motores, compensados de alguma forma pelos efeitos da experiência. Estes déficits levariam a uma certa "lentidão", ou diminuição na velocidade de "performance" motora que poderiam ser verificados através de estudos de tempo de resposta. O tempo de resposta pode ser subdividido em dois componentes: o central, que corresponde ao tempo de reação (TR); e o periférico, que corresponde ao tempo de movimento (TM). Analisando-se estes componentes separadamente é possível localizar estes déficits no processamento de informações, componente central do movimento, ou na execução do movimento, componente periférico do movimento (Santos & Tani, 1994).

Segundo Spirduso (1984), o aumento de tempo para a emissão de uma resposta motora manifestada pelas pessoas idosas pode estar relacionado: a) redução generalizada de atividade do sistema

^{*} Escola de Educação Física da Universidade de São Paulo.

nervoso central; b) deterioração de alguns mecanismos centrais; e c) declínio da eficiência de um ou mais componentes do sistema de processamento de informações.

A confrontação dos resultados de pesquisas de tempo de reação com as alternativas de explicação apontadas por Spirduso (1984), revelou que os estudos que manipularam o aumento de complexidade da tarefa, mostraram que o componente central do movimento foi o principal responsável pelo aumento de tempo de resposta (Birren et alii, 1962; Christina & Rose, 1985; Jordan & Rabbitt, 1977; Mankovsky et alii, 1982; Rabbitt & Birren, 1967; Welford, 1984). Por outro lado, algumas pesquisas verificaram que a mudança de sinal (cor, forma, estrutura) não facilitou a resposta, mesmo quando não havia alteração motora (Jordan & Rabbitt, 1977), ou seja, a lentidão pode ser atribuída também às perdas sensoriais. Além disso, estudos mostraram também que a lentidão pode estar vinculada a outros fatores como dificuldade em ignorar informações irrelevantes, dificuldade na seleção das informações e habilidade na tomada de decisão (Birren et alii, 1962; Grouios, 1991; Rabbitt & Birren, 1967; Welford, 1958).

A lentidão não parece ter como característica uma redução generalizada da atividade do sistema nervoso, pois o aumento de TR não mantém uma relação linear com o processo de envelhecimento, dentro de uma noção somativa de declínio de um ou mais mecanismos (Cerella, 1985; Gottsdanker, 1982). Este processo ocorre em função do tempo, mas não é, necessariamente, causado por ele (Lersten, 1974). Em outras palavras, o processo de envelhecimento envolve uma noção de tempo, cuja natureza não é aquela utilizada pela Física clássica, como algo absoluto, objetivo, linear ou uma escala de medida, mas de natureza relativa e subjetiva (Schroots & Birren, 1990).

Schroots & Birren (1990) discutiram os conceitos de tempo, informação, entropia, organização hierárquica e sistemas abertos advindos da Teoria Geral de Sistemas, e também a noção de tempo dada pelo sincronismo dos chamados "relógios" biológicos ou metabólicos, que têm sido utilizados no estudo da dinâmica do envelhecimento. Segundo estes conceitos, o envelhecimento poderia ser definido como um processo de aumento de entropia nos organismos com o avanço da idade, do qual emergiriam ordem e desordem, com um aumento da tendência de desordem levando o organismo à morte. A dinâmica de alguns sistemas poderia gerar a própria escala de tempo intrínseco, ou seja, de acordo com estes pressupostos, o tempo intrínseco é criado por processos físicos, biológicos, psicológicos ou sociais como uma propriedade emergente de sua dinâmica.

Todavia, não existem evidências suficientes que comprovem a deterioração completa de determinado mecanismo caracterizando o não-funcionamento de uma etapa do processamento de informações. Foi demonstrado que com a prática, os idosos apresentaram uma mudança de comportamento, observado através da melhoria de "performance" (Gottsdanker, 1982; Jordan & Rabbitt, 1977; Weiss, 1965; Welford, 1984, 1985). Por exemplo, o aumento do TR de escolha é reduzido com a prática. Quando foram utilizadas tarefas com um baixo nível de complexidade, verificou-se que o TR aumenta com o aumento da idade, enquanto o TM permanece virtualmente o mesmo. Por outro lado, com tarefas de TR simples e movimentos mais vigorosos, o TM aumenta mais que o TR.

Os estudos que utilizaram a técnica de "precueing" ou apresentação de informação antecipada sobre os componentes de uma resposta (correta ou não) em seus procedimentos de pesquisa (Amrhein, et alii, 1991; Goggin et alii, 1989; Larish, 1982; Stelmach et alii, 1988), verificaram que os idosos são hábeis em utilizar a informação antecipada para preparar o movimento. No entanto, suas respostas (TR) foram mais lentas, em comparação à dos jovens, demonstrando também um aumento desproporcional no TR em função da incerteza de resposta, isto é, da probabilidade maior ou menor de aparecimento de um determinado estímulo.

Portanto, é possível deduzir que a estrutura do sistema nervoso ("hardware") não apresenta restrições de funcionamento, mas ela pode sofrer influências ou restrições de determinados fatores. As diferenças de processamento de informações e, em especial, os déficits verificados durante o envelhecimento, podem estar localizados num aspecto particular do sistema nervoso. Alguns autores (Stelmach & Goggin, 1988; Thomas, 1980) denominam estes déficits como diferenças de "software", que incluem seqüências do processo de controle, diferenças de estratégias ou preparação inadequada, e isto não representaria mudanças estruturais ou de "hardware"

O controle de estratégias de processamento tem sido discutido como sendo preditivo, isto é, ter a capacidade de iniciar padrões motores complexos em antecipação às mudanças que ocorrem (Stelmach & Goggin, 1988). É possível que as pessoas idosas percam a opção de controle preditivo e por isso mantêm um controle "reativo", como sendo o melhor que elas podem fazer.

Os estudos de TR têm a preocupação de verificar diminuições ou aumentos de tempo de processamento de informações. Contudo, a variável precisão parece não ter sido suficientemente estudada (Cerella, 1985), não apenas em termos de respostas corretas, mas sobretudo, em termos de erros. O tipo de erro pode indicar, por exemplo, que o indivíduo não entendeu a tarefa (erro de omissão), ou ainda, pode desencadear uma resposta inadequada (erro de execução). Como foi visto anteriormente, pode-se deduzir que a distribuição de erros durante uma sessão de prática pode refletir também uma estratégia de comportamento.

Apesar de bastante complexo, o fenômeno lentidão, entre os idosos, parece estar mais relacionado ao declínio da eficiência nos componentes individuais do sistema de processamento de informações e nas suas interações, causando a dificuldade do idoso para planejar e integrar uma série de movimentos e executá-los dentro de um ritmo fluente.

Como foi discutido, TR reflete o tempo de processamento de informações necessário para uma determinada resposta, que, por sua vez, permite fazer inferências sobre os mecanismos subjacentes que envolvem tal tarefa. Em termos de ‘performance’, quanto menor for o TR (menor tempo de processamento), maior a eficiência dos mecanismos e processos centrais. Entretanto, eficiência diz respeito à execução habilidosa de movimentos para atingir a meta desejada, o que necessariamente, não quer dizer o mais rápido possível. Muitas vezes, o que diferencia um indivíduo habilidoso de outro não habilidoso não é a velocidade de execução de um movimento, mas a coordenação de movimentos sucessivos dentro de uma seqüência de forma harmoniosa e ordenada (Keele & Summers, 1976).

Para determinar o tempo apropriado para a execução do movimento em função da situação ambiental, sobretudo quando o ambiente é dinâmico, um elemento é essencial: “timing”. Apresentar uma resposta compatível e adequada às demandas ambientais envolve a escolha de uma estratégia eficiente, pois o relacionamento entre ação e objetivo não é linear (Welford, 1980).

Criar uma situação ótima para a resposta refere-se a um senso de oportunidade relativo à escolha do momento e do tempo de duração de uma determinada ação. Esta organização temporal do movimento, ou “timing”, implica na predição ou antecipação de eventos (Dorfman, 1977). Antecipação é vista, basicamente, como um processo perceptivo e é explicado pela utilização de experiências passadas pelo indivíduo para interpretar informações ambientais e proprioceptivas (Marteniuk, 1976).

“Timing” antecipatório significa prever processos intrínsecos ou de processamento de informações, tais como TR e TM, além de antecipar o momento de ocorrência (aspecto temporal) e a localização (aspecto espacial) de um evento. O processo de aprendizagem envolve algum tipo de predição (Poulton, 1957). Isto significa que durante o processo de aprendizagem motora, o indivíduo pode prever qual a probabilidade de determinado estímulo acontecer, preparando e planejando a resposta antes mesmo do estímulo ou sinal surgir, isto é, o padrão característico ou a regularidade de um evento pode ser aprendida (Dorfman, 1977; Welford, 1985). Além de ordenar o movimento, a resposta antecipatória significa uma disponibilidade, em termos de tempo, do sistema nervoso em processar informações. A liberação do sistema pode ser interpretada como uma vantagem, pois permite que o indivíduo dirija a sua atenção para outras informações também importantes.

Fleury & Bard (1985) investigaram as variações de precisão espacial e temporal em tarefas de diferentes níveis de complexidade. Eles procuraram compreender a natureza das mudanças do comportamento de antecipação coincidente durante o desenvolvimento (grupos de indivíduos de nove a 52 anos de idade). Os resultados evidenciaram que entre os 11 e 14 anos de idade os indivíduos demonstraram habilidade na tarefa de “timing” antecipatório. No entanto, observou-se também uma evolução no desempenho do grupo de 41 a 52 anos de idade, que foi interpretada pelos autores como um indicativo de mudança de estratégia na programação de tempo e, portanto, um fator determinante no comportamento de antecipação.

Para examinar as circunstâncias em que o indivíduo se torna mais eficiente, caracterizando uma mudança na capacidade de controlar o movimento, Connolly (1977) enfatiza que alguns estudos, especialmente com adultos, têm sido conduzidos dentro de estruturas de teoria de aprendizagem, levando a uma preocupação com os processos e estratégias envolvidos na aquisição de habilidades motoras.

No entanto, os estudos comportamentais que investigam o envelhecimento se utilizaram, na maioria das vezes, de comparações de “performance”, em termos de tempo, entre jovens (20 a 30 anos de idade) e idosos (a partir de 60 anos de idade). A constatação é um tanto óbvia no sentido de que idosos e jovens são diferentes, sendo os idosos mais lentos que os jovens. Este tipo de interpretação é limitado para se

discutir como o ser humano pode se adaptar às demandas ambientais ou às suas próprias limitações (Rabbitt, 1981).

Para entender como o processo de aprendizagem muda durante o processo de desenvolvimento, utilizando-se de pressupostos teóricos fornecidos pela aprendizagem motora, torna-se necessário fazer um corte no contínuo de interações pelas quais o indivíduo passa, focalizando eventos comportamentais particulares ou estágios de desenvolvimento (Neri, 1991). Este tipo de conduta talvez seja um caminho promissor no sentido de esclarecer algumas questões relacionadas à organização temporal (lentidão), ou ainda, como as pessoas idosas aprendem a monitorar suas respostas (velocidade/precisão), adquirem níveis altos de controle de movimento, tornando possível a adaptação, mesmo que para isso seja preciso mais tempo.

Em suma, uma das formas de caracterizar a lentidão dos idosos é avaliar o seu tempo de resposta. Estudos mostram que a lentidão está particularmente ligada à ineficiência do processamento central de informações que é refletida num dos componentes do tempo de resposta, isto é, no longo tempo de reação. O presente estudo procurou investigar se a lentidão, medida pelo TR, influencia a aprendizagem de uma tarefa de "timing" antecipatório.

A princípio, se o TR é rápido, o indivíduo foi mais eficiente para selecionar e elaborar a resposta. Por outro lado, se o TM é rápido, sobra mais tempo para o indivíduo processar informações com maior precisão e assim facilitar a seleção e elaboração da resposta. O sucesso numa tarefa de "timing" antecipatório implica numa decisão tanto em termos de seleção da melhor resposta como também do momento adequado de sua execução, ou seja, eficiência dos processos centrais. Neste sentido, o objetivo deste estudo foi investigar a influência de TR curto e longo, como uma característica de organização temporal de "performance", na aprendizagem motora de uma tarefa de "timing" antecipatório em indivíduos idosos, através de uma pesquisa a nível comportamental de análise.

MÉTODO DE ESTUDO

Sujeitos

A amostra foi constituída por 30 sujeitos com idade cronológica entre 60 e 79 anos ($X = 65,00$; $SD = 4,60$), sendo oito do sexo feminino e 22 do sexo masculino que participam regularmente de um programa de atividade física na Escola de Educação Física (EEFUSP) e no Centro de Práticas Esportivas da Universidade de São Paulo (CEPEUSP). Neste programa os indivíduos são submetidos a exames clínicos, laboratoriais e teste ergométrico. Os sujeitos deste estudo não manifestaram qualquer patologia e, portanto, não faziam uso de medicamentos. Apesar de estarem familiarizados com ambientes de laboratório, os indivíduos eram inexperientes em pesquisas e/ou instrumentos utilizados pela aprendizagem motora.

Instrumento e tarefa experimental

A medida de TR foi feita através do "Reaction/Movement Timer" da Lafayette Instruments Co., Inc., modelo #63017. O aparelho é constituído de duas chaves de resposta (A e B) e um emissor de sinal conectados num painel de controle. O objetivo da tarefa foi retirar a mão da chave A e pressionar a chave B, o mais rápido possível. Assim que o sujeito retira a mão da chave A, o primeiro cronômetro pára, indicando o TR em milissegundos, com intervalo de 12 s inter-tentativas.

Para obter a medida de "timing" antecipatório foi utilizado o "Bassin Anticipation Timer" da Lafayette Instruments Co., Inc., modelo #50575. O aparelho é constituído de um painel de controle, uma canaleta com 32 diodos posicionados linearmente e um botão de resposta. Uma vez acionado, o estímulo é desencadeado com o acendimento sucessivo dos diodos, numa velocidade de propagação constante (2,68 m/s). O objetivo da tarefa foi pressionar o botão de resposta simultaneamente ao acendimento do último diodo, com intervalo de 10 s inter-tentativas. Nesta pesquisa, o sinal de alerta e o estímulo apresentados em ambas tarefas foram da mesma modalidade, ou seja, visual. Uma descrição mais detalhada desses instrumentos e dos procedimentos adotados foi exposta anteriormente por Santos & Tani (1993, 1994).

Delimitação experimental e procedimentos

Esta pesquisa foi realizada no Laboratório de Comportamento Motor (LACOM) na Escola de Educação Física da Universidade de São Paulo. Após as instruções e algumas tentativas de familiarização com o aparelho e a tarefa, foi iniciado o experimento.

Em função dos resultados de "performance" em TR (ms), melhor resultado em seis tentativas, foram formados dois grupos compostos por 10 sujeitos, TRC e TRL. O grupo TRC (Tempo de Reação Curto) com os 10 menores TR e o grupo TRL (Tempo de Reação Longo) com os 10 maiores TR.

Para observar o efeito do TR curto ou longo na aprendizagem de uma tarefa de "timing" antecipatório, este processo foi dividido em duas etapas: aquisição e retenção. A fase de aquisição foi caracterizada pela execução de 54 tentativas organizadas em nove blocos de seis tentativas. Nesta fase, os sujeitos foram informados a respeito do erro, quanto à magnitude e direção, a cada tentativa. Após a 24ª tentativa houve um intervalo de descanso de 30 s. A fase de retenção da habilidade, realizada sete dias após a fase de aquisição, caracterizou-se pela execução de seis tentativas na mesma velocidade praticada, sem conhecimento de resultado.

As pesquisas em aprendizagem motora interpretam o desvio entre o comportamento manifesto e o desejado, isto é, o erro de resposta, como uma medida de desempenho. A análise da precisão das respostas foi feita utilizando-se três medidas de erro: o erro absoluto (magnitude do erro), o erro constante (sentido ou direção das respostas) e o erro variável (consistência das respostas).

O tratamento estatístico compreendeu a análise de variância de dois fatores (grupo x bloco de tentativas) com medidas repetidas no segundo fator, o teste de Tukey para o contraste entre blocos de tentativas, o teste t pareado entre o último bloco da fase de aquisição (B9) e o bloco correspondente à fase de retenção (R), e um teste t para medidas independentes entre os resultados da fase de retenção dos dois grupos para comparar o efeito da aprendizagem em relação a variável TR.

Com o propósito de facilitar uma visão mais detalhada das mudanças ocorridas durante o processo de aprendizagem, as figuras mostram, além das médias dos nove blocos de tentativas correspondentes à fase de aquisição, a média de dois outros blocos. O primeiro diz respeito à "performance" inicial de cada grupo na tarefa de "timing" antecipatório (média de seis tentativas sem conhecimento de resultado), indicado pela letra P, e o último bloco se refere à média das seis tentativas referentes à fase de retenção, indicado pela letra R.

RESULTADOS

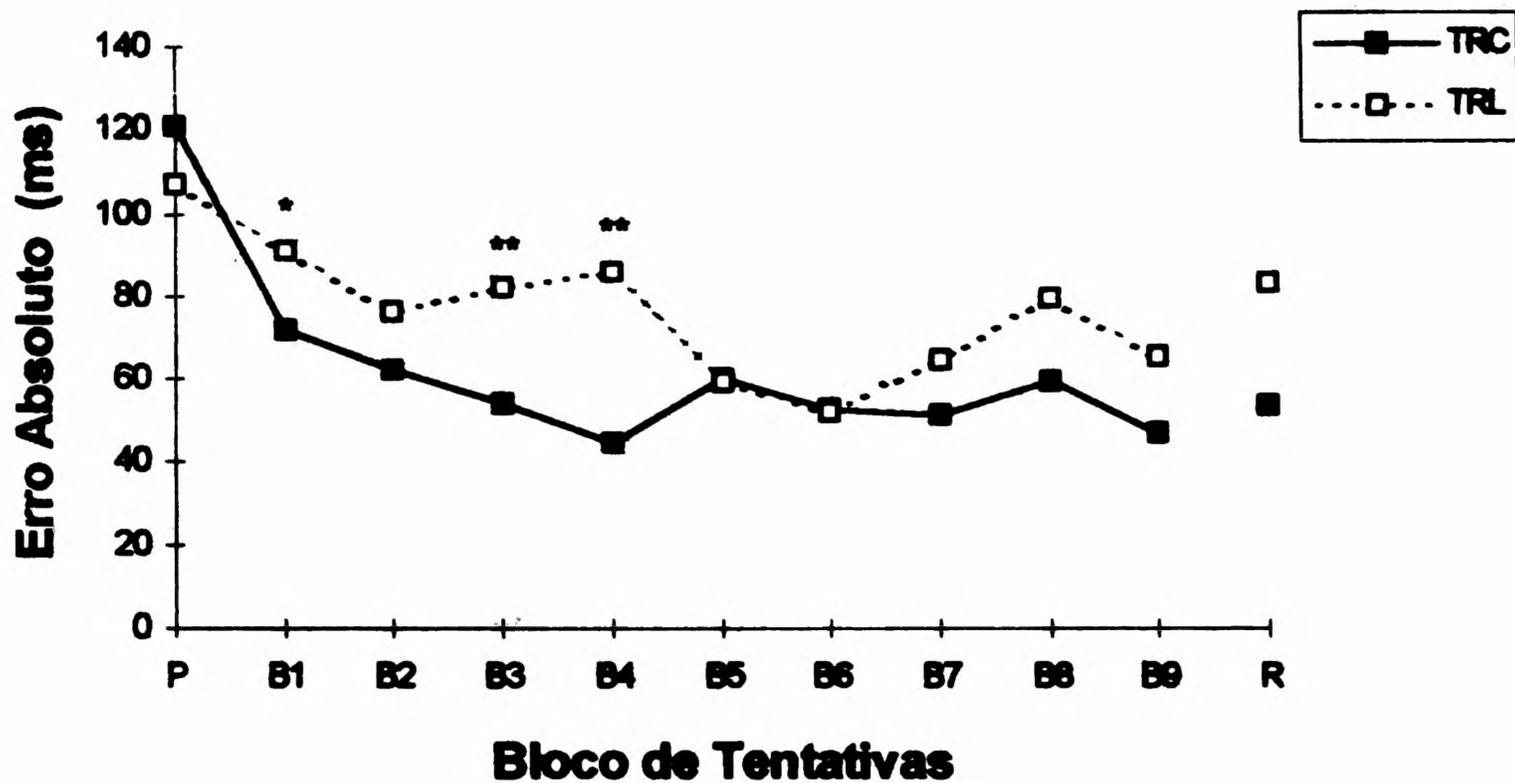
A formação dos grupos foi feita tomando-se o menor TR (ms) obtido entre as seis tentativas realizadas por cada sujeito. O TR médio foi de 329 ms (SD= 44,02). As pesquisas sobre TR (Gottsdanker, 1982; Spirduso, 1975; Weiss, 1965; Welford, 1958, 1977; Wilkinson & Allison, 1989) cujos procedimentos envolveram estímulo visual e tempo de reação simples, encontraram TR entre 144 ms e 404 ms. Portanto, os resultados encontrados estão dentro do intervalo de tempo esperado, embora algumas diferenças nos procedimentos experimentais utilizados tenham sido observadas.

Para verificar se o fator sexo poderia influenciar os resultados de TR, foi aplicado, inicialmente, um teste t para medidas independentes entre os grupos masculino (\bar{X} = 327,23; SD= 48,55) e feminino (\bar{X} = 333,88; SD= 30,28). O resultado do teste t não revelou diferença significativa (t = -0,360; gl = 28; $p > 0,05$) entre os dois grupos, indicando que o fator sexo não influenciou os resultados obtidos. Como foi dito anteriormente, foram formados os grupos TRC e TRL, e a comparação dos resultados de "performance" em TR entre os grupos (TRC: \bar{X} = 286,90; SD= 17,85 e TRL: \bar{X} = 378,90; SD= 32,67) revelou diferença significativa (t = -7,812; gl = 18; $p < 0,01$).

Erro absoluto

O comportamento dos grupos TRC e TRL durante o processo de aquisição e retenção na tarefa de "timing" antecipatório está ilustrado na FIGURA 1. A partir das curvas de "performance" é possível observar que os dois grupos não mostraram o mesmo padrão de comportamento durante o processo de aprendizagem. O grupo TRC apresenta uma melhora gradativa do seu desempenho até o quarto bloco,

seguida de uma melhora menos acentuada no quinto bloco. A partir do sexto bloco observa-se uma tendência em retornar ao nível de desempenho anterior, com aparente estabilização da "performance". O grupo TRL obteve um nível de "performance" inferior ao TRC nas etapas iniciais da aprendizagem, mantendo-se assim até o quarto bloco. O intervalo de descanso de 30 s dado à sessão de prática parece ter influenciado o desempenho dos dois grupos de maneira distinta. Assim, a partir do quinto bloco de tentativas, o TRL se equiparou ao TRC e os mesmos níveis de desempenho foram mantidos até o final da prática.



* $p < 0,05$ ** $p < 0,01$

FIGURA 1 - Curvas de "performance" referentes às médias do erro absoluto (ms), por bloco de tentativas, nas fases de aquisição e retenção dos grupos TRC e TRL.

A análise de variância detectou diferença significativa nas comparações entre os blocos de tentativas ($F = 3,67$; $gl = 8$; $p < 0,01$) mas não para os grupos ($F = 2,06$; $gl = 8$; $p > 0,05$) e houve interação entre grupos e blocos ($F = 2,00$; $gl = 8$; $p < 0,05$). Através do teste de Tukey, foi encontrada diferença significativa nos blocos B1 ($p < 0,05$), B3 e B4 ($p < 0,01$). Este resultado corrobora as tendências observadas na análise descritiva dos dados, pois constata o efeito da variável estudada (TR) no processo de aprendizagem. A análise de variância indicou também, diferença significativa entre os blocos de tentativas ($p < 0,01$). No contraste entre blocos, através do teste de Tukey, foi encontrada diferença significativa entre B1 e os blocos B5, B6, B7 e B9 ($p < 0,05$). Isto significa que após o B5, com a exceção do B8, os dois grupos apresentaram uma diminuição importante de erro absoluto comparado às etapas iniciais da aprendizagem. A comparação do último bloco de tentativas (B9) com a fase de retenção (R) indicou que não houve diferença significativa para ambos os grupos (para TRC, $t = -0,361$; $gl = 18$; $p > 0,05$ e para TRL, $t = -1,887$; $gl = 18$; $p > 0,05$). Comparando-se TRC com TRL, em relação à fase de retenção, não foi observada diferença significativa de desempenho entre os grupos ($t = -1,846$; $gl = 18$; $p > 0,05$). Estes resultados, no seu conjunto, sugerem que o processo de aprendizagem do grupo com tempo de reação longo (TRL) foi menos eficiente apenas na sua fase inicial até atingir o mesmo nível de desempenho do grupo com tempo de reação curto (TRC) no quarto bloco de tentativas. As médias e desvios padrão dos dois grupos encontram-se na TABELA 1.

TABELA 1 - Médias e desvios padrão referentes ao erro absoluto (ms), por bloco de tentativas, nas fases de aquisição e retenção dos grupos TRC e TRL.

GRUPO	P	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	R
TRC \bar{X}	121,23	71,80	62,22	54,48	44,63	59,77	52,92	51,33	59,02	48,98	53,30
SD	32,07	22,23	16,51	19,82	18,49	23,28	17,67	17,64	26,30	24,81	22,65
TRL \bar{X}	107,35	92,48	76,03	82,27	86,00	59,04	51,78	64,63	79,00	64,98	83,97
SD	28,43	39,75	34,89	38,12	41,80	26,72	27,98	40,76	57,23	31,18	44,40

Erro constante

A FIGURA 2 ilustra o comportamento dos grupos TRC e TRL em relação ao sentido ou direção do erro (erro constante), durante a fase de aquisição e retenção. Pode-se observar que no primeiro bloco de tentativas, os dois grupos atrasaram as suas respostas. Entretanto, do segundo bloco em diante, o grupo TRC apresentou uma propensão em adiantá-las, enquanto que o grupo TRL continuou com o mesmo padrão de comportamento. Em outras palavras, o grupo com tempo de reação longo (TRL) pareceu encontrar maior dificuldade para fazer a previsão temporal que uma tarefa que envolve “timing” antecipatório exige, enquanto o grupo com tempo de reação curto teve, aparentemente, maior facilidade em perceber quais os requisitos desta tarefa, ou como executá-la.

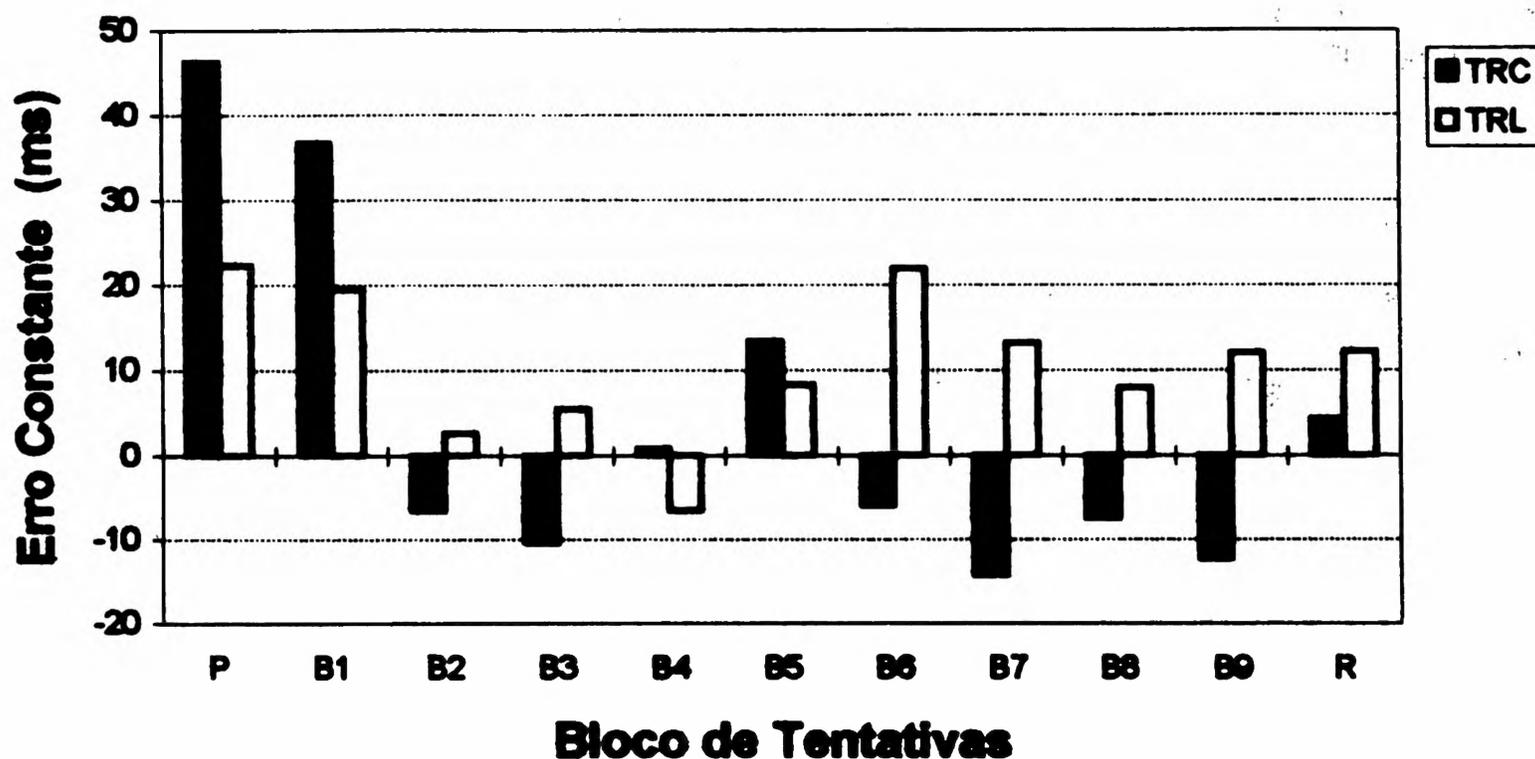


FIGURA 2 - Curvas de “performance” referentes às médias do erro constante (ms), por bloco de tentativas, nas fases de aquisição e retenção dos grupos TRC e TRL.

As tendências verificadas na análise descritiva dos resultados não tiveram significância estatística como mostra a análise de variância. Não houve diferença significativa nas comparações entre os grupos ($F= 0,42$; $gl= 1$; $p > 0,05$) ou os blocos ($F= 1,79$; $gl= 8$; $p > 0,05$) e também não houve interação

entre grupos e blocos ($F= 1,18$; $gl= 8$; $p > 0,05$). A comparação do último bloco de tentativas (B9) com a fase de retenção (R) não revelou diferença significativa para o TRC ($t= -1,539$; $gl= 18$; $p > 0,05$) e o TRL ($t= -0,004$; $gl= 18$; $p > 0,05$). Em relação à fase de retenção, também não foi encontrada diferença significativa entre TRC e TRL ($t= 0,338$; $gl= 18$; $p > 0,05$). Estes resultados indicam que não houve efeito da variável TR no que se refere à direção das respostas, ou ainda, que o comportamento entre os grupos foi semelhante durante as fases de aquisição e retenção. As médias e desvios padrão dos dois grupos encontram-se na TABELA 2.

TABELA 2 - Médias e desvios padrão referentes ao erro constante (ms), por bloco de tentativas, nas fases de aquisição e retenção dos grupos TRC e TRL.

GRUPO	P	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	R
TRC \bar{X}	46,20	36,73	-6,62	-10,45	0,77	13,40	-6,02	-14,27	-7,54	-12,35	4,37
SD	88,51	35,62	33,78	19,41	23,06	41,41	44,27	25,57	25,47	28,94	33,67
TRL \bar{X}	22,28	19,48	2,57	5,43	-6,60	8,35	21,92	13,13	7,92	12,05	12,13
SD	95,47	66,04	43,41	63,90	78,74	27,32	27,91	69,51	62,89	63,35	64,29

Erro variável

O comportamento dos grupos TRC e TRL durante as fases de aquisição e retenção está representado na FIGURA 3. A consistência das respostas na aquisição da tarefa de "timing" antecipatório parece não sofrer alterações ao longo de todo o curso da aprendizagem, pois as curvas de "performance" dos dois grupos teve perfis semelhantes. Esta tendência teve uma pequena modificação na fase de retenção, quando o grupo TRC apresentou maior consistência nas respostas.

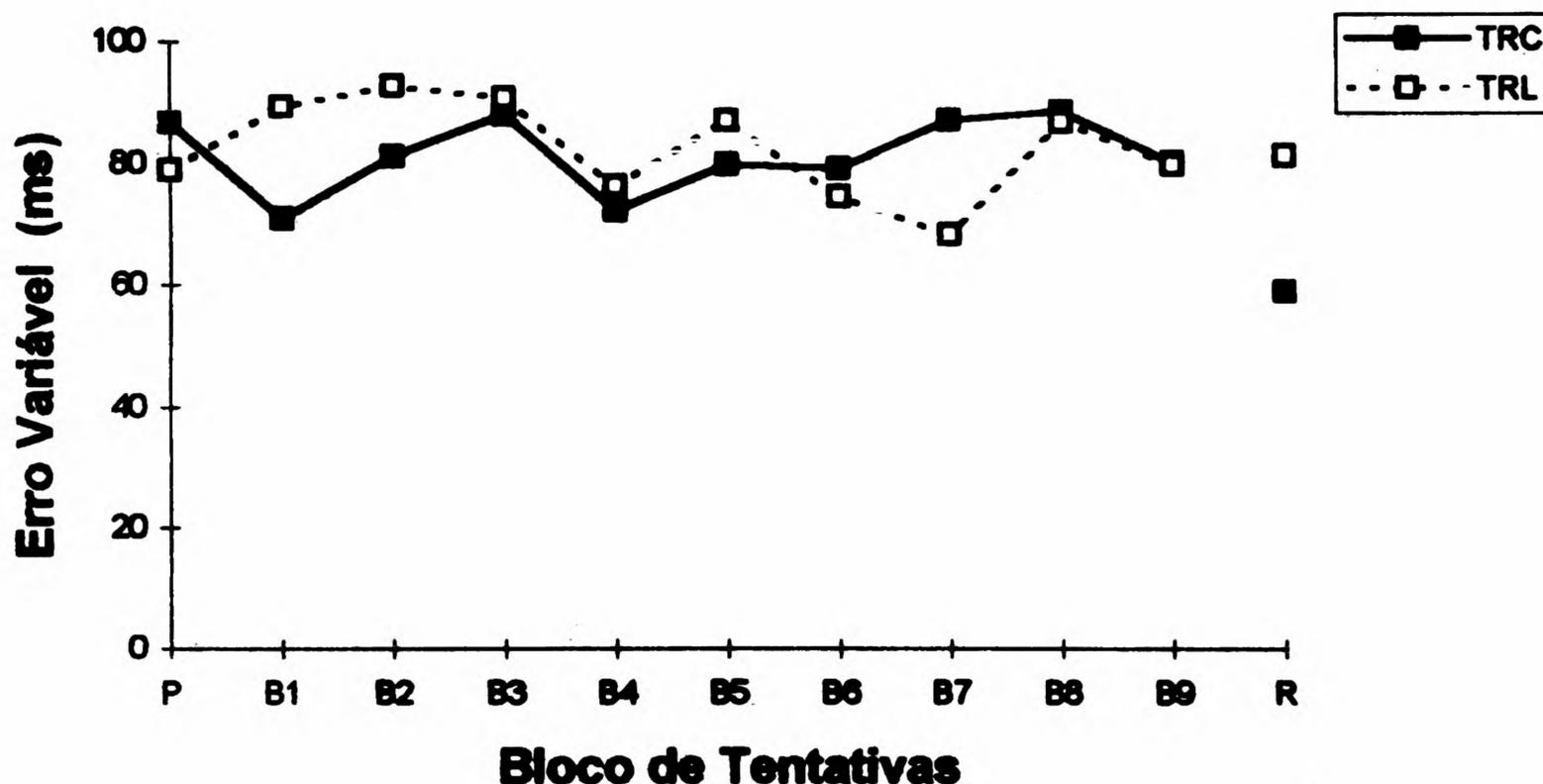


FIGURA 3 - Curvas de "performance" referentes às médias do erro variável (ms), por bloco de tentativas, nas fases de aquisição e retenção dos grupos TRC e TRL.

A análise de variância não detectou diferença significativa nas comparações entre grupos ($F=0,04$; $gl=1$; $p > 0,05$) e entre blocos de tentativas ($F=0,96$; $gl=8$; $p > 0,05$) e também não houve interação entre grupos e blocos ($F=0,95$; $gl=8$; $p > 0,05$), indicando que os grupos não se diferenciaram quanto à consistência das respostas.

Os resultados da comparação entre o último bloco de tentativas (B9) com o bloco referente à fase de retenção (R) não indicaram diferença significativa entre B9 e R para os grupos TRC ($t=1,367$; $gl=18$; $p > 0,05$) e TRL ($t=-0,085$; $gl=18$; $p > 0,05$). Na comparação entre TRC e TRL, em relação à fase de retenção, também não foi observada diferença significativa ($t=-1,162$; $gl=18$; $p > 0,05$), evidenciando que o mesmo padrão de comportamento foi mantido na fase de retenção. Estes resultados confirmam as tendências observadas na análise descritiva. As médias e desvios padrão dos dois grupos encontram-se na TABELA 3.

TABELA 3 - Médias e desvios padrão referentes ao erro variável (ms), por bloco de tentativas, nas fases de aquisição e retenção dos grupos TRC e TRL.

GRUPO	P	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	R
TRC \bar{X}	86,60	70,76	80,88	87,69	72,10	79,59	78,97	86,85	88,21	79,79	58,79
SD	48,18	16,58	28,15	27,27	30,83	33,42	24,79	24,88	41,17	43,53	28,67
TRL \bar{X}	78,76	89,10	92,49	90,65	76,08	86,80	74,42	68,20	86,50	79,48	80,87
SD	29,25	39,16	37,02	37,81	41,97	32,93	30,41	22,47	32,81	27,03	52,81

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Paralelamente ao processo de envelhecimento observa-se um aumento das diferenças individuais (Bee & Mitchell, 1984; Salgado, 1980), e isto pode ser constatado através dos altos valores dos coeficientes de dispersão encontrados nesta pesquisa. Assim, a divisão do grupo de idosos foi adotada como uma estratégia, ou melhor, tentando minimizar esta característica de desenvolvimento e ao mesmo tempo salientar os mecanismos ou processos responsáveis pela lentidão no comportamento motor.

No que se refere à influência do TR na aquisição de "timing" antecipatório, observou-se que o grupo com tempo de reação longo (TRL), portanto mais lento, apresentou um desempenho inferior (erro absoluto) ao grupo com tempo de reação curto (TRC), mais rápido, apenas no início do processo de aprendizagem. Em outras palavras, quando o grupo cujos indivíduos têm o TR alto teve a oportunidade da prática, eles atingiram um desempenho semelhante ao grupo com TR curto, que inicialmente era superior na tarefa que envolve "timing" antecipatório.

Mesmo não apresentando diferença estatística, a direção das respostas (erro constante) do grupo TRA mostrou uma tendência de atraso. Como TR curto ou longo não influenciou o comportamento dos grupos quanto à consistência das respostas (erro variável), a diferença entre os dois grupos revela uma dificuldade do grupo com TR longo na previsão de duração de processos intrínsecos. O intervalo de descanso de 30 s entre o quarto e quinto blocos de tentativas afetou diferenciadamente o padrão de respostas dos grupos. Se por um lado, o intervalo de descanso resultou num momentâneo declínio de "performance" para o TRC, que pode ser interpretado como ruído para o sistema, por outro lado, este mesmo intervalo ocasionou uma melhoria acentuada na "performance" do TRL, evidenciando a necessidade de mais tempo para interpretar as informações para adquirir a sua resposta ao objetivo. Cabe salientar que o grupo com TR longo (TRL) teve, provavelmente, menor tempo para interpretar estas informações, já que o intervalo inter-tentativas foi o mesmo para ambos os grupos.

Procurando oferecer explicações para a lentidão observada durante o envelhecimento, alguns estudos concluíram que este fenômeno poderia estar relacionado à inatividade das pessoas idosas (Spirduso, 1975; 1984; 1988), às perdas sensoriais (Jordan & Rabbitt, 1977; Lersten, 1974), à dificuldade em ignorar

informações irrelevantes, à dificuldade na seleção das informações, ou à habilidade na tomada de decisão (Birren et alii, 1962; Grouios, 1991; Rabbitt & Birren, 1967; Welford; 1958). No entanto, os sujeitos que participaram desta pesquisa têm atividade física regular. Eles também tiveram a oportunidade de se familiarizar com os instrumentos empregados e de compreender claramente o objetivo das tarefas, além de ter sido utilizada a mesma via sensorial em ambas as tarefas. É possível supor que o planejamento da ação tenha sido elaborado previamente, uma vez que só havia uma alternativa para a resposta e, portanto, a heterogeneidade demonstrada pelo grupo, expressa pelos altos valores dos coeficientes de dispersão, pode ser indicativo de diferenças quanto aos processos de controle de movimento.

Numa situação onde o "timing" antecipatório é essencial, como por exemplo, rebater uma bola num jogo de tênis, é necessário que a resposta motora coincida com um determinado estímulo externo. Por isso seria interessante uma diferenciação conceitual entre a resposta antecipatória e a resposta adiantada. A resposta antecipatória significa uma disponibilidade do sistema nervoso em termos de processamento, portanto ela é adquirida com a prática, enquanto que a resposta adiantada é característica do iniciante, ou seja, resposta errada.

Neste sentido, a análise de dados referentes à medida de erro constante revelou resultados interessantes, pois os idosos demonstraram a capacidade de iniciar o movimento antes que o estímulo fosse apresentado. Se os sujeitos puderam antecipar a resposta para atender a demanda do ambiente, significa que a estratégia de processamento adotada foi a de controle preditivo e não a de controle reativo, como sugeriram Rabbitt & Birren (1967), Jordan & Rabbitt (1977) e Stelmach & Goggin (1988). A possibilidade de manter um controle preditivo sugere que o indivíduo controla o movimento via circuito aberto, sem a necessidade de um monitoramento rigoroso. Este tipo de controle é adquirido com a prática, estabelecendo um grau de relacionamento entre o estímulo e a resposta que reduziria a quantidade de informações processadas. Esta dedução vem fortalecer as sugestões e especulações a respeito do processo de envelhecimento, feitas por Schroots & Birren (1990). A antecipação significa preparar-se de antemão para uma determinada situação. É portanto, uma maneira de reduzir a incerteza e conseqüentemente a quantidade de entropia. Manter a capacidade de antecipação durante o processo de envelhecimento pode ser uma evidência de manutenção da ordem em contraposição à tendência geral em direção a aumento de entropia.

O efeito da prática pode ser observado nos dois grupos que demonstraram uma diminuição gradativa de erros na fase de aquisição e mantiveram o mesmo nível de desempenho após um intervalo de sete dias, na fase de retenção. O efeito do TR curto ou longo no resultado de "performance" numa tarefa de "timing" antecipatório foi diluído durante o processo de aprendizagem, ou seja, após um período de prática, o grupo TRL, que tinha um desempenho inferior, se equiparou ao desempenho do grupo TRC. Esta melhoria pode estar relacionada a uma mudança de estratégia na programação de tempo que é considerado por Fleury & Bard (1985), um fator determinante no comportamento antecipatório.

Em função dos resultados obtidos e considerando as limitações do estudo, pode-se verificar o efeito da variável tempo de reação em uma tarefa de "timing" antecipatório, no sentido de que o grupo de tempo de reação curto estabeleceu, inicialmente, um desempenho superior. Esta diferença de desempenho foi anulada ao longo do processo de aprendizagem nesta tarefa, evidenciando a equifinalidade do processo, ou seja, partindo de estados iniciais diferentes, alcançou-se estados finais semelhantes. Isto indica a importância de se considerar as diferenças individuais no que se refere a adaptabilidade do ser humano. Vale ressaltar que o envelhecimento do sistema motor parece ter efeitos distintos na aprendizagem de tarefas de "timing" antecipatório. Em estudo anterior (Santos & Tani, 1994), as diferenças iniciais em termos de tempo de movimento não foram eliminadas ao longo da prática. Entretanto, o fato de no presente estudo, os indivíduos mais lentos terem sido capazes de superar as diferenças iniciais e se adaptarem às demandas da tarefa de forma semelhante aos mais rápidos, é uma indicação de plasticidade do sistema central de processamento de informações, mesmo em idades avançadas.

ABSTRACT
REACTION TIME AND THE LEARNING OF AN ANTICIPATORY TIMING TASK IN THE ELDERLY

It seems that motor performance in the elderly is related to the effector system, more in terms of control rather than strength, particularly regarding the speed of information processing. During the aging process there are increases in response time due to organism's structural and functional modifications. However, the identification of factors involved in this process and the way these factors affect the temporal and spatial organization of movements need more investigation. The purpose of this study was initially to measure the reaction time (RT) of elderly and then to verify its influence on the learning of an anticipatory timing task. Thirty individuals between the ages of 60 and 79 years participated as subjects in the experiment. In order to investigate the effect of RT on the learning of an anticipatory timing task, the subjects were distributed in two experimental groups: (TRC) short reaction time; and (TRL) long reaction time. The results were analysed in terms of absolute, constant, and variable error (in msec). The analysis of variance, Student t test and Tukey post hoc test were used to carry out the statistical treatment. Both groups showed a gradual reduction of timing errors in the acquisition phase and maintained a similar level of performance in the retention phase. The effect of short or long RT was attenuated during the learning process. These results showed that it is possible to achieve similar end states beginning from different starting points and they were interpreted as an evidence that individual differences must be taken into account in order to understand adaptability of the elderly in the process of motor learning.

UNITERMS: Reaction time; Motor learning; Aging; Anticipatory timing.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMRIEIN, P.C. et alii. Age differences in the maintenance and restructuring of movement preparation. *Psychology and Aging*, v.6, n.3, p.451-66, 1991.
- BEE, H.L.; MITCHELL, S.K. *A pessoa em desenvolvimento*. São Paulo, Harper & Row, 1984. 534p.
- BIRREN, J.E. et alii. Age differences in response speed as a function of controlled variations of stimulus conditions: evidence of a general speed factor. *Gerontologia*, v.6, p.1-18, 1962.
- CERELLA, J. Information processing rates in the elderly. *Psychological Bulletin*, v.98, n.1, p.67-83, 1985.
- CHRISTINA, R.W.; ROSE, D. Premotor and motor reaction time as a function of response complexity. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, v.56, n.4, p.306-15, 1985.
- CONNOLLY, K. The nature of motor skill development. *Journal of Human Movement Studies*, v.3, p.128-43, 1977.
- DORFMAN, P.W. Timing and anticipation: a developmental perspective. *Journal of Motor Behavior*, v.9, n.1, p.67-79, 1977.
- FLEURY, M.; BARD, C. Age, stimulus velocity and task complexity as determiners of coincident timing behavior. *Journal of Human Movement Studies*, v.11, p.305-17, 1985.
- GOGGIN, N.L. et alii. Effects of age on motor preparation and restructuring. *Bulletin of the Psychonomic Society*, v.27, n.3, p.199-202., 1989
- GOTTSDANKER, R. Age and simple reaction time. *Journal of Gerontology*, v.37, n.3, p.342-48, 1982.
- GROUIOS, G. Ageing effects on reaction time. *International Journal of Physical Education*, v.28, n.2, p.18-22, 1991.
- JORDAN, T.C.; RABBITT, P.M.A. Response times to stimuli of increasing complexity as a function of ageing. *British Journal of Psychology*, v.68, p.189-201, 1977.
- KEELE, S. W.; SUMMERS, J.J. The structure of motor programs. In: STELMACH, G.E., ed. *Motor control: issues and trends*. New York, Academic Press, 1976. p.109-42.
- LARISHI, D.D. Preprogramming, programming, and reprogramming of aimed hand movements as a function of age. *Journal of Motor Behavior*, v.4, n.4, p.322-40, 1982.
- LERSTEN, K. Aging and motor skill: a research frontier. In: ANNUAL MEETING OF THE NORTH AMERICAN SOCIETY FOR THE PSYCHOLOGY OF SPORT AND PHYSICAL ACTIVITY. Anaheim, CA., 1974, p.1-15.
- MANKOVSKY, N.B. et alii. Age peculiarities of human motor control in aging. *Gerontology*, v.28, p.314-22, 1982.
- MARTENIUK, R.G. *Information processing in motor skills*. New York, Holt, Rinehart & Winston, 1976. 244p.

- NERI, A.L. **Envelhecer num país de jovens: significados de velho e velhice segundo brasileiros não idosos.** Campinas, UNICAMP, 1991. 155p.
- POULTON, E.C. On prediction in skilled movements. **Psychological Bulletin**, v.54, n.6, p.467-78, 1957.
- RABBITT, P.M.A. Sequential reactions. In: HOLDING, D.M., ed. **Human skills.** New York, John Wiley, 1981. p.153-75.
- RABBITT, P.; BIRREN, J.E. Age and responses to sequences of repetitive and interruptive signals. **Journal of Gerontology**, v.22, p.143-50, 1967.
- SALGADO, M.A. **Velhice, uma nova questão social.** São Paulo, Sesc-Ceti, 1993. 124p.
- SANTOS, S.; TANI, G. Tempo de movimento e aprendizagem de uma tarefa de timing antecipatório em idosos. In: CONFERENCE OF EGREPA "PHYSICAL ACTIVITY AND HEALTH IN THE ELDERLY", 1., Porto, 1993. **Proceedings.** Porto, Universidade do Porto, 1994. p.446-57.
- _____. Tempo de reação, tempo de movimento e timing antecipatório em idosos. In: CONGRESSO NACIONAL DE BIOMECÂNICA, 4., São Paulo, 1992. **Anais.** São Paulo, EEFUSP, 1993. p.49-58
- SCHROOTS, J.J.F.; BIRREN, B.A. Concepts of time and aging in science. In: BIRREN, J.E.; SCHAIK, K.W., eds. **Handbook of the psychology of aging.** 3.ed. New York, Academic Press, 1990. p.45-64.
- SPIRDUSO, W.W. Exercise as a factor in aging motor behavior plasticity. In: AMERICAN ACADEMY OF PHYSICAL EDUCATION. **Exercise and health.** Champaign, Human Kinetics, 1984. v.17, p.89-100.
- _____. Physical activity and aging: introduction. In: AMERICAN ACADEMY OF PHYSICAL EDUCATION. **Physical activity and aging.** Champaign, Human Kinetics, 1988. v.22, p.1-5.
- _____. Reaction and movement time as a function of age and physical activity level. **Journal of Gerontology**, v.30, n.4, p.435-40, 1975.
- STELMACH, G.E.; GOGGIN, N.L. Psychomotor decline with age. In: AMERICAN ACADEMY OF PHYSICAL EDUCATION. **Physical activity and aging.** Champaign, Human Kinetics, 1988. v.22, p.6-18.
- STELMACH, G.E. et alii. Aging and the restructuring of precued movements. **Psychology and Aging**, v.3, n.2, p.151-57, 1988.
- THOMAS, J.R. Acquisition of motor skills: information processing differences between children and adults. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v.51, n.1, p.158-73, 1980.
- WEISS, A.D. The locus of reaction time change with set, motivation, and age. **Journal of Gerontology**, v.20, p.60-4, 1965.
- WELFORD, A.T. **Ageing and human skill.** Connecticut, Greenwood, 1958. 300p.
- _____. Between bodily changes and performance: some possible reasons for slowing with age. **Experimental Aging Research**, v.10, n.2, p.73-88, 1984.
- _____. Changes of performance with age: an overview. In: CHARNESS, N., ed. **Ageing and human performance.** London, John Wiley, 1985. p.333-69.
- _____. Motor performance. In: BIRREN, J.E.; SCHAIK, K.W., eds. **Handbook of the psychology of aging.** 2.ed. San Francisco, Van Nostrand, 1977. p.450-95.
- _____. Motor skill and aging. In: NADEAU, C.H. et alii., eds. **Psychology of motor behavior and sport.** Champaign, Human Kinetics, 1980. p.253-68
- WILKINSON, R.T.; ALLISON, S. Age and simple reaction time: decade differences for 5325 subjects. **Journal of Gerontology**, v.44, n.2, p.29-35, 1989.

Recebido para publicação em: 27 abr. 1995

Aceito em: 17 maio 1995

Nossos sinceros agradecimentos ao Prof. Dr. Edison de Jesus Manoel, pelos comentários e sugestões na preparação deste artigo.

ENDEREÇO: Suely Santos
Av. Prof. Mello Moraes, 65
05508-900 - São Paulo - SP - BRASIL