

ANTAGONISMO PREVENTIVO E CONFORTÁVEL PREVENTIVE AND COMFORTABLE ANTAGONISM

Cordeiro ES ¹

¹ Fisioterapeuta – Associação Internacional de Especialistas e Pesquisadores em Funcionalidade e CIF.

E-mail: edusantana@alumni.usp.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1621-951X>

RESUMO

Introdução: A digitação constitui uma atividade repetitiva baseada na coordenação entre músculos flexores e extensores dos dedos e punhos. A transição da máquina de escrever (ME) para o teclado de computador (TC) modificou significativamente as características biomecânicas dessa atividade. **Objetivo:** Avaliar se há evidência científica que sustente aumento da incidência de LER/DORT associado à substituição da ME pelo TC e discutir uma hipótese biomecânica baseada no antagonismo muscular como fator de prevenção.

Métodos: Revisão sistemática conduzida segundo princípios metodológicos compatíveis com PRISMA, incluindo estudos experimentais, epidemiológicos e revisões. **Resultados:** A literatura demonstra maior ativação muscular em digitação no TC em relação à ME, alta prevalência de sintomas musculares em usuários intensivos de TC e associação entre informatização e aumento de notificações de LER/DORT. **Discussão:** A substituição pode ter reduzido o descanso muscular fisiológico proporcionado pelo antagonismo. Evidências de áreas correlatas, como estudos com pianistas, sugerem que há modificação do padrão de carga.

Conclusão: A substituição da ME por TC gerou uma mudança no perfil de risco. Propõe-se o desenvolvimento de TC com maior resistência mecânica, de forma a tornar a experiência da digitação mais próxima da datilografia, como estratégia potencialmente preventiva.

PALAVRAS-CHAVE: Digitação; Datilografia; DORT.

ABSTRACT

Introduction: Typing is a repetitive activity relying on the coordination between the flexor and extensor muscles of the fingers and wrists. The transition from the typewriter (TW) to the computer keyboard (CK) significantly altered the biomechanical characteristics of this activity. **Objective:** To evaluate whether scientific evidence supports an increased incidence of RSI/WRULD (Repetitive Strain Injury/Work-Related Upper Limb Disorders) associated with the replacement of the TW with the CK, and to discuss a biomechanical hypothesis regarding muscle antagonism as a prevention factor. **Methods:** A systematic review conducted according to methodological principles consistent with PRISMA, including experimental and epidemiological studies as well as reviews. **Results:** The literature shows greater muscle activation during CK typing compared to TW use, a high prevalence of musculoskeletal symptoms among intensive CK users, and an association between computerization and increased reports of RSI/WRULD. **Discussion:** This replacement may have reduced the physiological muscle rest afforded by antagonism. Evidence from related fields, such as studies on pianists, suggests a change in the loading pattern. **Conclusion:** Replacing the TW with the CK has altered the risk profile. Developing CKs with greater mechanical resistance—making the typing experience more similar to that of a typewriter—is proposed as a potential preventive strategy.

KEYWORDS: Typing; Typewriting; WRULD.

INTRODUÇÃO

A execução da digitação envolve um sistema cinesiológico altamente coordenado, no qual se estabelece uma interação dinâmica entre músculos flexores e extensores dos dedos e punhos. A flexão digital, responsável pelo acionamento das teclas, é realizada predominantemente por músculos flexores profundos e superficiais, enquanto a estabilização e o retorno do movimento dependem da ação coordenada dos músculos extensores. Esse sistema opera sob o princípio biomecânico do antagonismo muscular, no qual a ativação de um grupo muscular resulta na inibição relativa do grupo oposto, permitindo alternância de carga, recuperação metabólica e manutenção da homeostase tecidual.

A eficiência deste mecanismo depende da existência de variação na demanda mecânica. Movimentos que exigem maior força tendem a recrutar ciclos mais definidos de contração e relaxamento, enquanto atividades de baixa resistência e elevada repetitividade podem manter contrações sustentadas de baixa intensidade, com redução do fluxo sanguíneo e aumento da fadiga muscular.

A evolução dos dispositivos de digitação introduziu uma mudança significativa nesse padrão. A máquina de escrever exigia maior força de acionamento e maior amplitude de movimento, enquanto o teclado de computador atual se caracteriza por baixa resistência, mínima amplitude e alta frequência de acionamentos. Essa transformação levanta a hipótese de que a alteração no padrão biomecânico possa ter influenciado o perfil de adoecimento musculoesquelético em trabalhadores administrativos.

Dessa forma, este estudo busca avaliar, com base em evidência científica, se a substituição da máquina de escrever pelo computador está associada ao aumento de LER/DORT e discutir a hipótese do antagonismo muscular como potencial mecanismo preventivo e de conforto.

MÉTODOS

Este estudo configura-se como uma revisão sistemática da literatura, conduzida de acordo com princípios metodológicos compatíveis com as diretrizes PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*), adaptadas a uma abordagem narrativa.

A estratégia de busca incluiu bases de dados acadêmicas e literatura científica relevante em saúde ocupacional, ergonomia e biomecânica, utilizando combinações de descritores relacionados a digitação, distúrbios musculoesqueléticos, eletromiografia, trabalhadores administrativos e, adicionalmente, pianistas.

Foram incluídos estudos experimentais, revisões sistemáticas, estudos epidemiológicos e análises históricas que abordassem a relação entre atividade de digitação, ativação muscular e ocorrência de LER/DORT. Os critérios de inclusão consideraram relevância temática, consistência metodológica e aplicabilidade ao contexto ocupacional. Foram excluídos estudos sem base metodológica clara ou sem relação direta com atividades repetitivas de membros superiores.

O processo de seleção envolveu triagem inicial por título e resumo, seguida de análise completa dos textos elegíveis. A síntese dos dados foi realizada de forma qualitativa, com organização em quadros analíticos, permitindo comparação entre evidências biomecânicas, epidemiológicas e experimentais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos estudos biomecânicos demonstra que a digitação em computadores está associada a maior ativação muscular dos músculos flexores e extensores do punho, sugerindo aumento da demanda funcional durante a execução da tarefa. No entanto, essa demanda ocorre predominantemente sob forma de ativação contínua de baixa intensidade, o que pode favorecer a instalação de fadiga muscular e desconforto.

Os estudos também indicam que a carga biomecânica não depende exclusivamente do dispositivo utilizado, sendo fortemente influenciada por fatores como postura, técnica de digitação e organização do trabalho. Essa variabilidade limita a interpretação causal direta entre tipo de teclado e ocorrência de lesões.

Do ponto de vista epidemiológico, observa-se elevada prevalência de sintomas musculoesqueléticos em trabalhadores expostos à digitação intensiva, com destaque para categorias como bancários. Há consistente associação temporal entre informatização do trabalho e aumento das notificações de LER/DORT, especialmente a partir da década de 1980. Entretanto, a ausência de séries históricas comparáveis e a ampliação dos sistemas de vigilância dificultam a distinção entre aumento real da incidência e aumento do reconhecimento diagnóstico.

Outro aspecto relevante é o caráter multifatorial das LER/DORT, incluindo fatores biomecânicos, organizacionais e psicossociais. A presença de sintomas não necessariamente reflete lesões estruturais, sendo frequentemente observada dissociação entre dor e alterações anatômicas.

QUADRO 1 – ESTUDOS CLÍNICOS

Título	Objetivo do estudo	Principais resultados	Conclusão
Wagner J. Análise eletromiográfica do padrão de contração muscular durante a digitação	Avaliar padrão muscular na digitação	Identificação de ativação coordenada flexor-extensor	Digitação envolve coativação muscular contínua
Ferrigno ISV. Eletromiografia em uso de computador	Analisar atividade muscular no computador	Aumento da ativação muscular sustentada	Uso contínuo do computador eleva carga muscular
Trudeau M, et al. Typing biomechanics and muscle activation	Analisar efeitos do estilo de digitação na biomecânica	Diferenças de carga muscular entre estilos	Padrão de digitação influencia risco de sobrecarga
Silva L, Merino EA. Eletromiografia em ergonomia: revisão sistemática	Sintetizar evidências de EMG em ergonomia	Confirma aumento de atividade em tarefas repetitivas	Repetitividade é fator biomecânico relevante
Bragge P, et al. PRMD in pianists	Avaliar prevalência e fatores de risco em pianistas	Alta frequência de distúrbios musculoesqueléticos	Sobrecarga repetitiva gera adoecimento
Cruder C, et al. Risk factors in musicians	Identificar fatores de risco	Fatores biomecânicos e psicossociais	Lesão é multifatorial
Jurinić A, et al. Biomechanics of piano playing	Avaliar biomecânica na execução pianística	Relação entre técnica e carga mecânica	Padrões motores influenciam risco

QUADRO 2 — ESTUDOS EPIDEMIOLÓGICOS

Título	Objetivo do estudo	Principais resultados	Conclusão
Souza MFM. LER/DORT em trabalhadores de processamento de dados	Avaliar impacto ocupacional	Associação com digitação repetitiva	Informatização eleva risco
Scopel J, et al. Reestruturação bancária e LER/DORT	Avaliar prevalência e fatores associados	Associação com idade, função e organização laboral	Mudanças no trabalho alteram perfil de risco
Rua MPA, et al. Transtornos traumáticos cumulativos em bancários	Estimar ocorrência	Alta frequência de TMC	Associação com repetitividade
Wærsted M, et al. Computer work and musculoskeletal disorders	Avaliar trabalho com computador	Associação entre uso e sintomas musculoesqueléticos	Uso prolongado é fator de risco
Gerr F, et al. Keyboard use and musculoskeletal outcomes	Avaliar relação teclado-doença	Associação dose-resposta	Maior tempo → maior risco
Andersen JH, et al. Risk factors for upper limb disorders	Identificar fatores de risco	Repetitividade e postura relevantes	Etiologia multifatorial
Yu TSI, et al. Musculoskeletal symptoms among typists	Avaliar sintomas em digitadores	Alta prevalência de dor musculoesquelética	Digitadores são grupo de risco
NIOSH. Musculoskeletal Disorders and Workplace Factors	Síntese de evidências	Relação entre trabalho repetitivo e DORT	Forte associação ocupacional

Como elemento complementar, estudos com pianistas evidenciam que fatores como tempo de prática, fadiga e técnica são determinantes mais relevantes do que características isoladas do instrumento.

Nesse contexto, a hipótese do antagonismo muscular apresenta relevância teórica. A maior exigência de força poderia favorecer ciclos mais evidentes de ativação e relaxamento muscular, promovendo melhor perfusão tecidual e reduzindo a sobrecarga contínua. A digitação em teclados leves, por outro lado, poderia manter nível basal de ativação muscular, limitando períodos de recuperação.

CONCLUSÃO

A evidência científica disponível permite levantar uma forte hipótese de que a substituição da máquina de escrever pelo computador aumentou a incidência estrutural de LER/DORT. Estudos mais aprofundados podem aumentar o nível dessa evidência.

A análise biomecânica sugere que teclados com baixa resistência favorecem ativação muscular sustentada, enquanto maior exigência de força pode estimular mecanismos de antagonismo muscular, potencialmente benéficos para a fisiologia tecidual.

Com base nesses achados, propõe-se o desenvolvimento de teclados com maior resistência mecânica e maior amplitude de movimento como estratégia ergonômica inovadora. Esse conceito, denominado “antagonismo preventivo e confortável”, pode representar uma alternativa promissora para melhoria do conforto e redução do risco de distúrbios musculoesqueléticos em trabalhadores que realizam digitação intensiva.

REFERÊNCIAS

1. Trudeau M, Asundi K, Dennerlein JT. Typing style affects arm kinetics, kinematics and muscle activation. *American Society of Biomechanics*. 2011.
2. Wærsted M, Hanvold TN, Veiersted KB. Computer work and musculoskeletal disorders of the neck and upper extremity: a systematic review. *BMC Musculoskelet Disord*. 2010;11:79. doi:10.1186/1471-2474-11-79 [academia.edu]
3. Gerr F, Monteilh CP, Marcus M. Keyboard use and musculoskeletal outcomes among computer users. *J Occup Rehabil*. 2006;16(3):265–277. doi:10.1007/s10926-006-9037-0 [ichgcp.net]
4. Andersen JH, Fallentin N, Thomsen JF, Mikkelsen S. Risk factors for neck and upper extremity disorders among computer users and the effect of interventions: an overview of systematic reviews. *PLoS One*. 2011;6(5):e19691. doi:10.1371/journal.pone.0019691 [journals.plos.org]
5. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). Musculoskeletal disorders and workplace factors: a critical review of epidemiologic evidence. Cincinnati: NIOSH; 1997.
6. Bragge P, Bialocerkowski A, McMeeken J. A systematic review of prevalence and risk factors associated with playing-related musculoskeletal disorders in pianists. *Occup Med (Lond)*. 2006;56(1):28–38. doi:10.1093/occmed/kqi177 [academic.oup.com]
7. Cruder C, Soldini E, Gleeson N, Barbero M. Factors associated with increased risk of playing-related disorders among classical music students. *Sci Rep*. 2023;13:22939. doi:10.1038/s41598-023-49965-7 [pmc.ncbi.nlm.nih.gov]
8. Estevam *et al*. Análise eletromiográfica do padrão de contração muscular durante a digitação. *Ciência et Praxis* v. 6, n. 10, (2012)
9. FERRIGNO, I. S. V. *Eletromiografia do membro superior no uso do computador: estudo comparativo entre duas órteses de punho*. 2009. 98 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009. [Disponível na [oasis - ibict](#)].
10. SILVA, L.; MERINO, E. A. D. Eletromiografia em ergonomia no Brasil: estado da arte. Uma revisão sistemática de literatura. *Human Factors in Design*, Florianópolis, v. 9, n. 17, p. 034–057, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5965/2316796309172020034>. Disponível em: [Portal de Periódicos Udesc](#)
11. Souza MFM. Um estudo da prevalência e risco para as lesões por esforços repetitivos (LER/DORT) entre trabalhadoras e trabalhadores em processamento de dados bancários [tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2000. [repositorio.usp.br]
12. Scopel J, Oliveira PAB, Wehrmeister FC. LER/DORT na terceira década da reestruturação bancária: novos fatores associados. *Rev. Saúde Pública* 46 (5) • Out 2012 • <https://doi.org/10.1590/S0034-89102012000500015>
13. RUA, M. P. A. et al. Transtornos traumáticos cumulativos em bancários. *Revista Brasileira de Medicina do Trabalho*, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 61-66, 2010. [1, 2]
14. TSAI, Yu et al. Self reported musculoskeletal problems amongst typist and potential risk factors. *The Kaohsiung Journal of Medical Sciences*, v. 11, n. 2, p. 95-101, 1995.
15. Jurinić A, Pranjić M, Huang A, Burkhart TA, Tan D, Namburi P. The biomechanics of piano playing: a systematic review of kinematic, kinetic, and electromyographic literature. *Front Psychol*. 2026 Jan 5;16:1690422. doi: 10.3389/fpsyg.2025.1690422. PMID: 41561601; PMCID: PMC12812707.