



Análise visual e tecnologia sem marcadores: aprimorando a precisão na avaliação da técnica de corrida

Borba, Edilson Fernando de ¹
Silva, Edson Soares da ²
Sandi, Daiane ³
Alves, Lucas de Liz ⁴
Ibrahim, Bilal Mohamad ⁵
Peyre-Tartaruga, Leonardo Alexandre ⁶
Tartaruga, Marcus Peikriszwili ⁷

INTRODUÇÃO: A análise visual permite que o treinador conduza uma análise rápida e objetiva, produzindo resultados de forma eficiente com os requisitos mínimos de equipamento (Gindre et al., 2015). Apesar de sua praticidade, a avaliação visual enfrenta limitações, com precisão variando de acordo com as características específicas do esporte (Thompson et al., 2009). **MÉTODOS:** Dezesesseis corredores recreativos participaram deste estudo (idade $46,2 \pm 13,0$ anos, altura $171,8 \pm 9,6$ cm, peso corporal $75,4 \pm 13,2$). A técnica de corrida foi avaliada usando o método Volodalen[®] para classificar os corredores como aéreos ou terrestres (Lussiana et al., 2017). Os registros cinemáticos foram realizados usando o software OpenCap (Uhlrich et al., 2023). Para quantificar a magnitude das diferenças, foi aplicada a análise do tamanho do efeito (d de Cohen). A correlação produto-momento de Pearson foi usada para analisar as relações entre a classificação de Volodalen[®] e as variáveis sem marcadores. Uma análise de aprendizado de máquina supervisionada foi conduzida usando a técnica de árvore de decisão. As métricas de avaliação do modelo incluíram análise de precisão, matriz de confusão e curva ROC (Receiver Operating Characteristic). **RESULTADOS:** A análise incluiu 170 passadas, sendo 90 passadas alocadas para o grupo aéreo e 80 passadas para o grupo terrestre. O grupo aéreo exibiu oscilação de centro de massa significativamente maior, com alcance de aproximadamente 0,02 m ($p = < 0,001$). O sistema sem marcadores identificou com sucesso uma maior amplitude de movimento nas flexões do cotovelo e do braço em corredores terrestres em comparação com corredores aéreos ($p = 0,026$ e $< 0,001$, respectivamente). A avaliação de desempenho baseada na acurácia do arvore de decisões indicou a excelente capacidade de classificação do modelo, alcançando 0,94% de acurácia no conjunto de testes. Para os indivíduos com flexão do quadril $< 31,2^\circ$, o critério subsequente foi a posição do pé na aterrissagem: valores $\geq 0,126$ (m) levaram à classificação de 42 indivíduos como aéreos, enquanto valores $< 0,122$ (m) classificaram 15 indivíduos como terrestres. Para aqueles com flexão do quadril $\geq 31,2^\circ$, a flexão do joelho na aterrissagem tornou-se o critério secundário. Os valores de flexão do joelho $\geq 20,6^\circ$ classificaram 10 indivíduos como aéreos, enquanto os valores $< 20,6^\circ$ classificaram 41 indivíduos como terrestres. **CONSIDERAÇÕES FINAIS:** Nossos achados indicam que o sistema sem marcadores identifica efetivamente padrões biomecânicos associados às técnicas de corrida aérea e terrestre, corroborando as observações subjetivas feitas usando o método Volodalen[®]. As correlações



significativas entre as variáveis angulares e espaço-temporais com o escore V[®] sugerem que as técnicas de corrida podem ser objetivamente distinguidas usando o OpenCap, fornecendo uma alternativa válida e precisa ao método subjetivo. O modelo de aprendizado de máquina baseado em árvore de decisão demonstrou excelente precisão na classificação de corredores em grupos aéreos e terrestres, utilizando apenas algumas variáveis biomecânicas. Este resultado destaca a flexão do quadril, a flexão do joelho e a posição do pé no DT como fatores-chave na distinção das técnicas de corrida.

PALAVRAS-CHAVE: Captura de movimento; Análise Cinemática; OpenCap; Volodalen; Corredor Recreacional;

REFERÊNCIA:

- Gindre, C., Lussiana, T., Hebert-Losier, K., & Mourot, L. (2015). Aerial and Terrestrial Patterns: A Novel Approach to Analyzing Human Running. *International Journal of Sports Medicine*, 37(1), 25–29. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1555931>
- Lussiana, T., Gindre, C., Mourot, L., & Hébert-Losier, K. (2017). Do subjective assessments of running patterns reflect objective parameters? *European Journal of Sport Science*, 17(7), 847–857. <https://doi.org/10.1080/17461391.2017.1325072>
- Thompson, A., Bezodis, I. N., & Jones, R. L. (2009). An in-depth assessment of expert sprint coaches' technical knowledge. *Journal of Sports Sciences*, 27(8), 855–861. <https://doi.org/10.1080/02640410902895476>
- Uhlrich, S. D., Falisse, A., Kidziński, Ł., Muccini, J., Ko, M., Chaudhari, A. S., Hicks, J. L., & Delp, S. L. (2023). OpenCap: Human movement dynamics from smartphone videos. *PLoS Computational Biology*, 19(10 October). <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1011462>

¹ Mestre; Departamento de Educação Física; Universidade Federal do Paraná, Curitiba (PR) Brasil; Grupo de Mecânica e Energética do Movimento Humano

² Mestre; Laboratório Interuniversitário de Biologia do Movimento Humano; UJM-Saint-Etienne, Saint-Etienne, França; LIBM

³ Mestre; Laboratório de Biodinâmica LaBiodin; Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre (RS) Brasil; Locomotion

⁴ Mestre; Laboratório de Biodinâmica LaBiodin; Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre (RS) Brasil; Locomotion

⁵ Graduado; Laboratório de Biodinâmica LaBiodin; Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre (RS) Brasil; LocoConfa



⁶ Professor Doutor; Laboratório de Locomoção Humana; Departamento de Saúde Pública, Medicina Experimental e Ciências Forenses, Universidade de Pavia, Pavia, Itália; LocoLab

⁷ Professor Doutor; Laboratório de Biomecânica; Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava (PR) Brasil; Grupo de Mecânica e Energética do Movimento Humano