CORRELAÇÃO ENTRE MEDIAPIPE E KINOVEA PARA ANÁLISE CINEMÁTICA 2D NO PLANO FRONTAL DURANTE O TESTE DE ATERRISSAGEM UNILATERAL

Kauane de Farias Andrade, Jean Marlon Machado, Amandda de Souza, Caroline Ruschel

INTRODUÇÃO

Medidas cinemáticas obtidas durante testes funcionais são amplamente utilizadas para caracterizar padrões de movimento e identificar alterações relacionadas a disfunções dos membros inferiores. Embora a análise cinemática tridimensional (3D) seja o padrão ouro para obtenção dessas medidas, a análise cinemática bidimensional (2D) apresenta menor custo e complexidade e pode fornecer medidas angulares comparáveis às obtidas por sistemas 3D em determinadas condições (Dicesare et al., 2014; Gwynne; Curran, 2014; Herrington et al., 2017; Lopes et al., 2018).

Na análise cinemática 2D, comumente utiliza-se marcadores adesivos para a identificação de pontos anatômicos de interesse, que serão posteriormente digitalizados no software de análise. Entretanto, tanto o posicionamento dos marcadores no indivíduo quanto a identificação manual desses pontos na digitalização, aumentam o tempo de coleta e processamento de dados e representam uma fonte de erro de medida. Métodos baseados em visão computacional, como o MediaPipe, identificam automaticamente pontos corporais sem a necessidade de marcadores, podendo agilizar esse processo e diminuir erros inerentes ao avaliador. Como ambos os métodos podem ser influenciados pelas características da aquisição de vídeo, como por exemplo o dispositivo usado, resolução, frequência de amostragem e presença de referências anatômicas, torna-se relevante explorar a relação entre esses métodos em diferentes configurações.

O objetivo deste estudo foi analisar a correlação entre medidas cinemáticas 2D no plano frontal obtidas via MediaPipe e Kinovea durante um teste de aterrissagem unilateral, em duas diferentes configurações de aquisição de vídeo.

DESENVOLVIMENTO

Participaram deste estudo 74 adultos saudáveis e fisicamente ativos, distribuídos em dois grupos independentes: Grupo COM (n=42; 20 mulheres; 31±8 anos; IMC 23,3±2,2 kg/m²), no qual foram marcadas 10 referências anatômicas nos participantes para a coleta de dados cinemáticos; e grupo SEM (n=32; 13 mulheres; 29±8 anos; IMC 24,9±3,3 kg/m²), no qual nenhum marcador foi utilizado. No grupo COM os marcadores foram posicionados na incisura jugular e processo xifoide do osso esterno, e bilateralmente na espinha ilíaca anterossuperior com uma projeção de 15 cm para baixo, porção média da coxa (2,5 cm acima da borda superior da patela), tuberosidade da tíbia e ponto central entre os maléolos do tornozelo.

Cada participante realizou a familiriarização seguida de uma repetição válida de aterrissagem unilateral a partir de uma caixa de 30 cm para cada membro inferior. Para a análise, foi selecionada uma repetição de forma aleatória. As imagens no plano frontal foram registradas utilizando uma câmera Casio EX-FH20 (210 Hz; 480×360 pixels) no grupo COM e um smartphone Redmi Note 11S (120 Hz; 1280×720 pixels) no grupo SEM. No Kinovea, os pontos anatômicos foram identificados manualmente, utilizando os marcadores visíveis no primeiro grupo (COM) e referências anatômicas identificadas visualmente no segundo grupo (SEM). No MediaPipe, *landmarks* corporais foram identificados automaticamente pelo software.

Em ambos os métodos, foram calculados os ângulos do tronco e pelve em coordenada global, e quadril e joelho em coordenada local, todos no plano frontal. O instante de máxima profundidade da aterrissagem foi determinado pela menor posição vertical da espinha ilíaca anterossuperior

ipsilateral e identificado visualmente. Valores angulares positivos representaram inclinação ipsilateral do tronco, queda contralateral da pelve, adução do quadril e abdução do joelho.

As correlações entre as medidas obtidas pelo MediaPipe e pelo Kinovea foram calculadas separadamente em cada grupo pelo coeficiente de correlação de Pearson, e suas magnitudes foram comparadas entre os grupos pela transformação do r para z de Fisher (Diedenhofen; Musch, 2015), adotando α=0,05. Coeficientes maiores ou iguais a 0,7 foram considerados indicativos de boa correlação.

RESULTADOS

Foram observadas correlações positivas e significativas entre as medidas obtidas pelo MediaPipe e pelo Kinovea para todos os ângulos analisados nas duas configurações de aquisição (Tabela 1). As correlações foram boas para os ângulos do tronco (r=0,749 e r=0,757) e joelho (r=0,839 e r=0,805), nos grupos COM e SEM, respectivamente. Para o quadril, foram observadas correlações de r=0,491 e r=0,667, enquanto a pelve apresentou os menores coeficientes (r=0,426 e r=0,498).

A comparação dos coeficientes pela transformação do r para z de Fisher não indicou diferenças entre os grupos COM e SEM para tronco (p=0,940), pelve (p=0,709), quadril (p=0,275) ou joelho (p=0,668), apesar das distintas configurações de aquisição utilizadas em cada grupo. Assim, a correlação variou conforme o segmento analisado, enquanto o padrão das associações permaneceu semelhante entre as duas configurações de aquisição analisadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O MediaPipe apresentou boa correlação frente à análise cinemática 2D via Kinovea para os ângulos do tronco e joelho, mas não para pelve e quadril. A ausência de diferenças para os coeficientes de correlação entre os grupos COM e SEM indica que esse padrão de associação foi consistente apesar das distintas condições de configurações de aquisição.

Palavras-chave: biomecânica; padrão de movimento; teste funcional.

ANEXOS

Tabela 1. *Correlação entre MediaPipe e Kinovea.*

Ângulo (°)	**Grupo COM** r; p-valor	**Grupo SEM** r; p-valor	**z de Fisher; p-valor**
Tronco	0,749; <0,001	0,757; <0,001	-0,075; 0,940
Pelve	0,426; 0,005	0,498; 0,004	-0,374; 0,709
Quadril	0,491; 0,001	0,667; <0,001	-1,093; 0,275
Joelho	0,839; <0,001	0,805; <0,001	0,429; 0,668

r: coeficiente de correlação de Pearson.

Figura 1. *Demonstração dos marcadores físicos utilizados no grupo COM e dos landmarks virtuais detectados automaticamente no grupo SEM.*



A: marcadores anatômicos utilizados no grupo COM; B: aterrissagem unilateral ilustrativa do grupo COM; C: *landmarks* virtuais automáticos via MediaPipe no grupo SEM; D: aterrissagem unilateral ilustrativa do grupo SEM.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DICESARE, C. A. et al. The validity of 2-dimensional measurement of trunk angle during dynamic tasks. **International Journal of Sports Physical Therapy**, v. 9, n. 4, p. 420-427, 2014.

DIEDENHOFEN, B.; MUSCH, J. cocor: a comprehensive solution for the statistical comparison of correlations. **Plos One**, v. 10, n. 3, e0121945, 2015. DOI: 10.1371/journal.pone.0121945.

GWYNNE, C. R.; CURRAN, S. A. Quantifying frontal plane knee motion during single limb squats: reliability and validity of 2-dimensional measures. **International Journal of Sports Physical Therapy**, v. 9, n. 7, p. 898-906, 2014.

HERRINGTON, L. et al. The reliability and criterion validity of 2D video assessment of single leg squat and hop landing. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 34, p. 80-85, 2017.

LOPES, T. J. A. et al. Reliability and validity of frontal plane kinematics of the trunk and lower extremity measured with 2-dimensional cameras during athletic tasks: a systematic review with meta-analysis. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 48, n. 10, p. 812-822, 2018.