

# VALUTAZIONE DELL'ACCURATEZZA DI UN SISTEMA DI SENSORI INERZIALI NEL RILEVARE IL RANGE DI MOVIMENTO DELL'ARTICOLAZIONE DEL NODELLO IN CAVALLI SANI E AFFETTI DA ZOPPIA

Marenchino Maddalena<sup>1</sup>, Pagliara Eleonora<sup>1</sup>, Antenucci Laura<sup>2</sup>, Zoppi Giacomo<sup>1</sup>, Giacobini Mario<sup>1</sup>, Bertuglia Andrea<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Scienze Veterinarie, Università degli Studi di Torino, Largo Paolo Braccini, 2, 10095, Grugliasco, Torino, IT  
<sup>2</sup> Captiks Srl, Rome, Italy

+e-mail: maddalena.marench@edu.unito.it

## Introduzione

La zoppia è la manifestazione clinica di una patologia che colpisce il sistema muscolo-scheletrico del cavallo. Il suo riconoscimento, trattamento e prevenzione è una parte essenziale del lavoro del veterinario ippiatra. La valutazione soggettiva dell'entità di una zoppia, in casi lievi, è poco accurata e l'accordo tra diversi veterinari limitato [1, 2]. La valutazione oggettiva dell'andatura offre informazioni imparziali che possono assistere il clinico durante le visite. I sensori inerziali (IMU-*inertial measurement units*) sono strumenti utili per determinare variabili cinematiche che caratterizzano il movimento del cavallo, principalmente per la loro facilità di utilizzo in condizioni di campo [3].

## Obiettivo

La valutazione dell'accuratezza e dell'affidabilità di un sistema di IMU montati sull'arto distale del cavallo nel rilevamento del RdM sul piano sagittale (flessione-estensione) dell'articolazione metacarpo/metatarso-falangea (nodello).

La determinazione oggettiva del range di movimento (RdM) articolare fornisce importanti informazioni cinematiche associate ad una zoppia di varia entità. Il grado di estensione dell'articolazione del nodello (fig.1) è un parametro affidabile per determinare l'entità dell'impulso verticale per ogni singolo arto durante la locomozione. Purtroppo, la determinazione visiva di questo parametro cinematico è poco attendibile nella realtà.



Fig.1. Visualizzazione dell'elevato grado di estensione dell'articolazione del nodello (freccia).

## Materiali e metodi

Sette cavalli sani e sette cavalli affetti da zoppia sono stati equipaggiati simultaneamente con sensori inerziali e con un sistema ottico di analisi del movimento bidimensionale, utilizzato come "gold standard", alle andature del passo e del trotto.

Il sistema inerziale (Movit System G1, Captiks) è composto da otto sensori con frequenza di campionamento di 200Hz, dove un sensore è fissato prossimale e l'altro distale al nodello. Contemporaneamente, sono stati fissati dei marker ottici al centro di rotazione di carpo/tarso, nodello ed articolazione del piede. I video ad alta risoluzione sono stati digitalizzati e i dati raccolti dai sensori sono stati rielaborati al fine di ottenere il RdM del nodello. L'accuratezza dell'unità IMU è stata riportata come *Root Mean Square Error* (RMSE) e *Pearson Correlation coefficient* (PCC). Il test di causalità di *Granger* ( $\alpha = 0,01$ ) (GCT) è stato effettuato per comparare le curve ottenute con i due sistemi.



## Risultati

Il sistema IMU ha dimostrato una buona accuratezza al passo (RMSE  $8,23^\circ \pm 3,74^\circ$ ; PCC  $0,95 \pm 0,03$ ) e al trotto (RMSE  $9,44^\circ \pm 3,96^\circ$ ; PCC  $0,96 \pm 0,02$ ) sia sui cavalli sani (fig.2) (RMSE  $7,91^\circ \pm 3,19^\circ$ ; PCC  $0,97 \pm 0,03$ ) che zoppi (RMSE  $9,78^\circ \pm 4,33^\circ$ ; PCC  $0,95 \pm 0,03$ ). Secondo il GCT sul 92,44% dei test, il sistema IMU ha prodotto un risultato in elevato accordo con il sistema ottico ( $p < 0,01$ ).

## Conclusione

Il sistema IMU si dimostra accurato nel determinare il ROM dell'articolazione del nodello sul piano sagittale al passo e al trotto sia nei cavalli sani che in quelli zoppi. Il sistema IMU può essere facilmente applicato in situazioni di allenamento reali del cavallo.

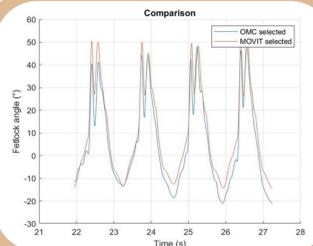


Fig.2. Accordo tra le curve tra sistema ottico e IMU. Cavallo sano al trotto (4 passi)

The Horse in Motion by Eadweard Muybridge

## REFERENCES

- [1] Dyson, S., 2014. Recognition of lameness: man versus machine. *The Veterinary Journal* 201, 245–248.
- [2] Keegan, K.G., 2007. Evidence-based lameness detection and quantification. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice* 23, 403–423.
- [3] Bragança, F. S., Rhodin, M., & van Weeren, P. R. (2018). On the brink of daily clinical application of objective gait analysis: What evidence do we have so far from studies using an induced lameness model?. *The Veterinary Journal*, 234, 11-23.

