

Modelo de regresión con base en seguimiento de esqueleto como una alternativa de bajo costo a la estabilometría

(Descripción detallada del contexto)

Germán David Sosa

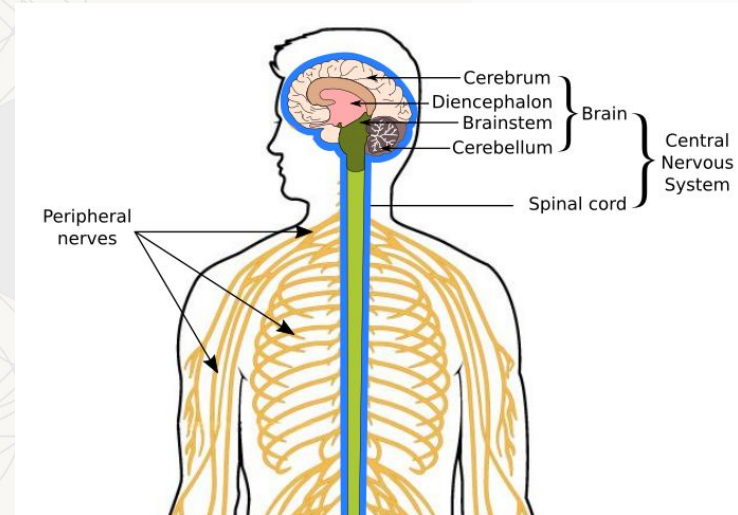
El sistema de control postural

1. El sistema de control postural (Sistema nervioso central)

El sistema nervioso central (SNC) se compone es una estructura principalmente hecha de tejido nervioso y neuronas. El SNC juega un papel fundamental en las acciones involuntarias del cuerpo, **el equilibrio**, la sensación, entre otros. En los humanos el SNC es también responsable de la conciencia, los pensamientos, procesamiento de información y la memoria [1].

Se compone de:

- Trónc del encéfalo (Brainstem)
- Cerebelo (Cerebellum)
- Diencéfalo (Diencephalon)
- Telencéfalo (Cerebrum)



1. El sistema de control postural (Sistema nervioso central)

Las unidades básicas del SNC son las neuronas, que a diferencia de otros tipos de células no nacen por división celular sino a través de *neurogénesis* a partir de células madre [1].

Debido a este proceso, la muerte de células nerviosas (neurodegeneración) es un caso que impacta fuertemente el funcionamiento del SNC, con pocas probabilidades de recuperación [1].

Las principales causas que causan neurodegeneración son:

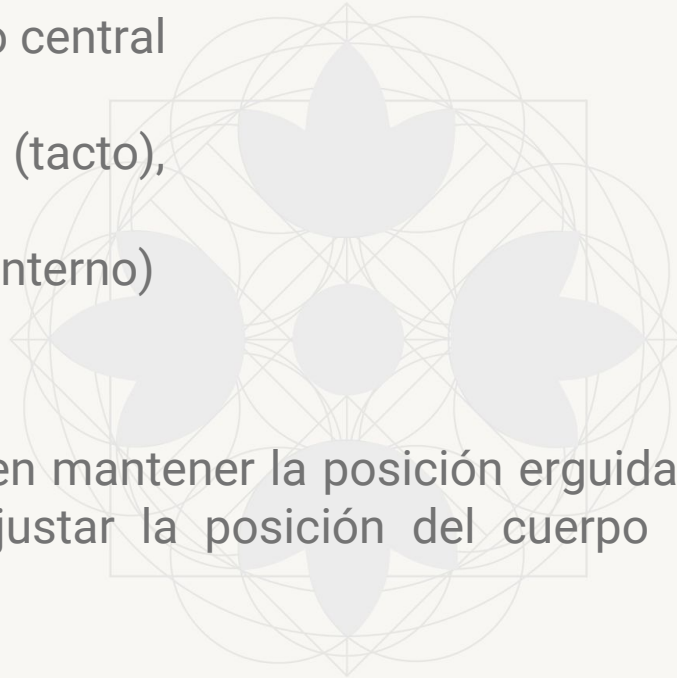
- Enfermedades neurodegenerativas
- Trauma nervioso (Accidentes)
- Envejecimiento

1. El sistema de control postural (Funcionamiento)

El sistema de control postural (SCP) reúne varios subsistemas [2]:

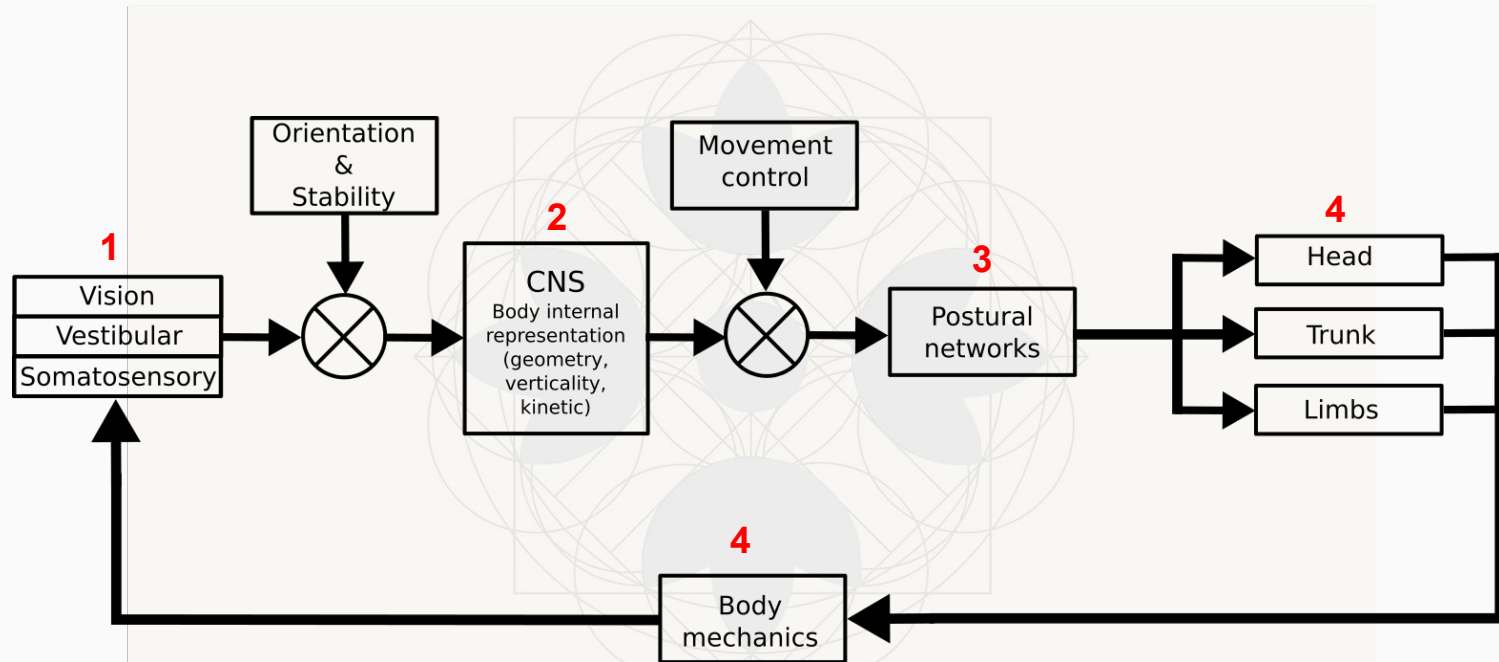
- Sistema nervioso central
- Neuromuscular
- Somatosensorial (tacto),
- Visión
- Vestibular (oído interno)

Su función consiste en mantener la posición erguida del cuerpo contra la acción de la gravedad, y ajustar la posición del cuerpo para realizar tareas físicas determinadas [3].

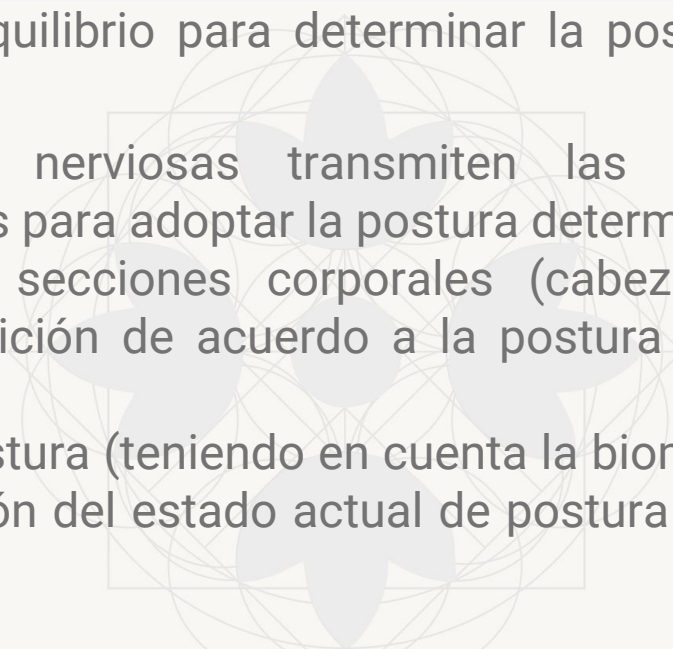


1. El sistema de control postural (Funcionamiento)

Para mantener el equilibrio, SCP funciona como un sistema de control en lazo cerrado siguiendo el esquema a continuación:



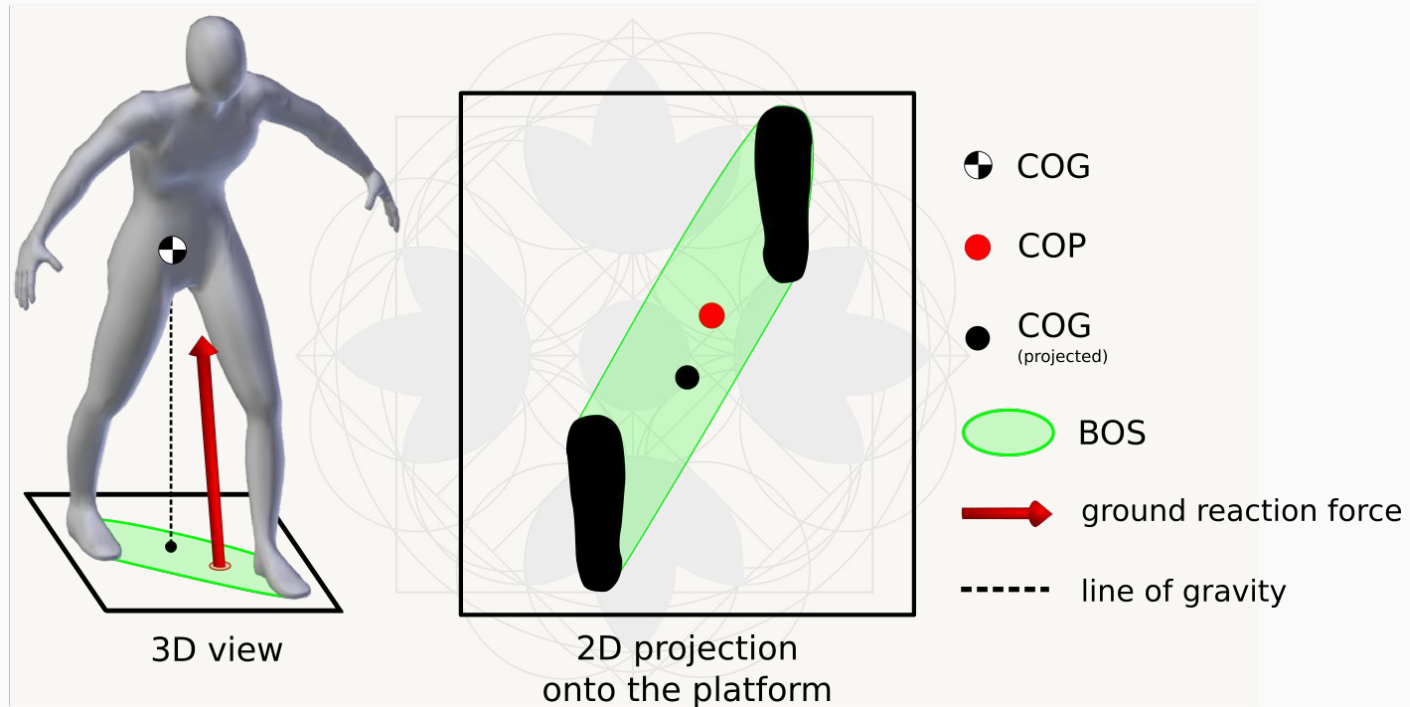
1. El sistema de control postural (Funcionamiento)

1. Observa el estado de postura a partir de información visual, vestibular (del oído interno) y somatosensorial (la planta de los pies)
 2. El SNC compara el estado actual de postura y lo compara contra valores de referencia del equilibrio para determinar la postura a ser adoptada por el cuerpo.
 3. Las terminales nerviosas transmiten las señales a los músculos correspondientes para adoptar la postura determinada por el SNC.
 4. Las principales secciones corporales (cabeza, tronco y extremidades) cambian de posición de acuerdo a la postura recibida por las terminales nerviosas
 5. El cambio de postura (teniendo en cuenta la biomecánica del cuerpo) genera nueva información del estado actual de postura y se repiten los pasos del 1 al 5.
- 

Posturografía

1. Posturografía (Variables)

Las principales variables en posturografía computacional son: COP (centro-de-presión), BOS (base de soporte), fuerza de reacción, COG (centro-de-gravedad) y COG proyectado [4,5].



1. Posturografía (Variables)

COG: Punto representativo de la distribución espacial promedio de la masa corporal [6].

BOS: El área convexa más pequeña que incluye todo punto de contacto del cuerpo contra el suelo. Entre mejor se aproxime el COG al centro del BOS, mejor el equilibrio [7].

Fuerza de reacción: Un vector representativo de la fuerza ejercida por el suelo como oposición de la actividad del cuerpo ejercida contra la superficie de apoyo. Depende del peso corporal junto con la actividad muscular ejercida [5].

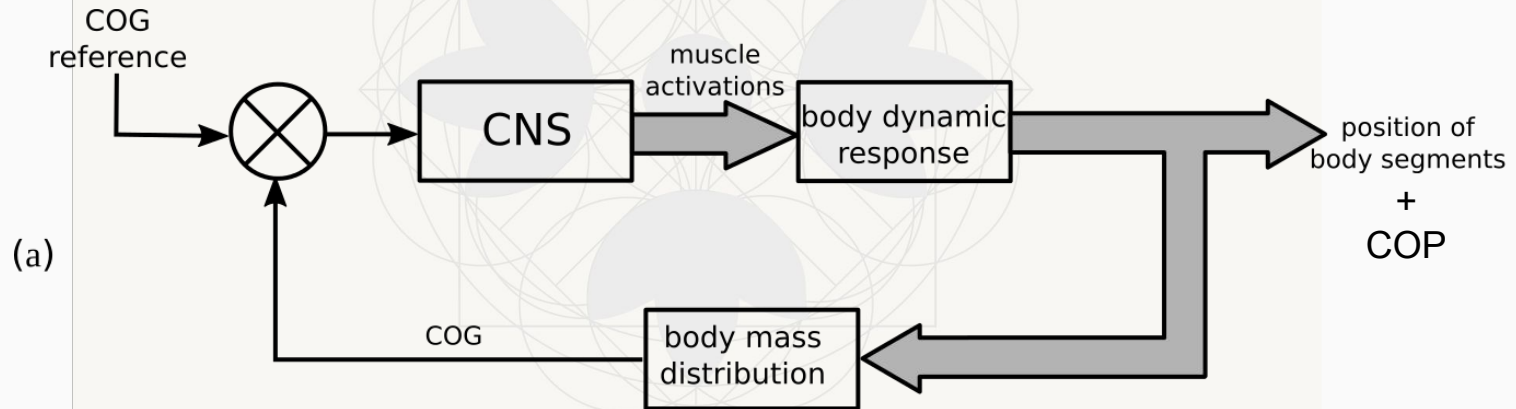
COP: Punto representativo del punto de aplicación del vector de fuerza de reacción. En 2D, el COP empuja el COG hacia el centro del BOS [5].

1. Posturografía (Relación entre COG y COP)

En una versión simplificada del esquema de funcionamiento del SCP, el COG es la variable asociada al estado postural del cuerpo y debe ser controlada.

Adicionalmente, el COP depende de las activaciones musculares y se asocia a los cambios de postura de los segmentos corporales.

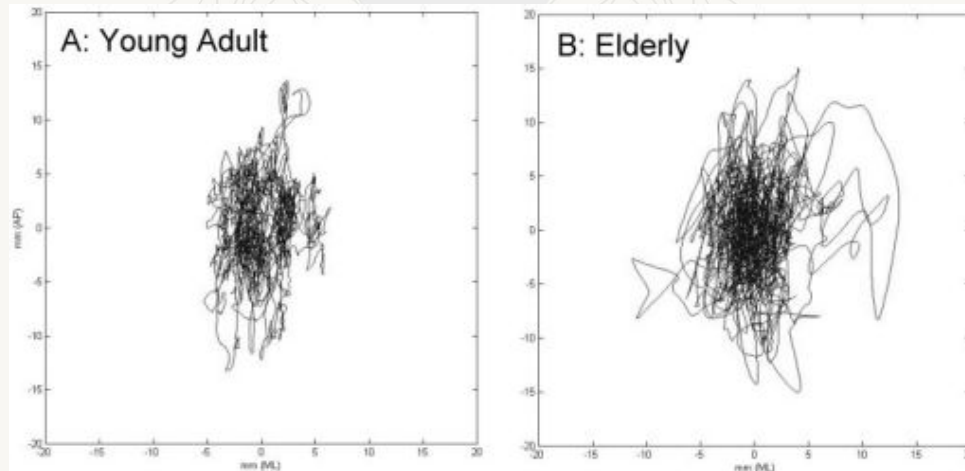
Se puede decir que la posición del COG es determinada por la acción del COP en un proceso de control retroalimentado.



1. Posturografía (Estabilometría)

Un estabilograma es un gráfico que muestra las trayectorias del COG proyectado en el suelo durante un ejercicio de equilibrio [8].

Estas trayectorias reflejan que tan bien controla el equilibrio el SCP. Por ejemplo, las trayectorias amplias de un adulto mayor indican un peor balance en comparación con un joven



1. Posturografía (Estimación del COG)

El COG es una medida difícil de medir directamente debido a la compleja distribución de masa del cuerpo humano y la cantidad ilimitada de posiciones diferentes que puede adoptar.

Por tanto, en posturografía, es más común aproximar su posición a partir de medidas directas como:

- COP (plataformas de fuerza)
- Fuerzas de reacción (plataformas de fuerza)
- Posición de segmentos corporales (modelos de marcadores en un laboratorio de marcha o una cámara Kinect)

1. Posturografía (Estimación del COG)

Teniendo los datos anteriores, es posible estimar el COG mediante diferentes técnicas como:

- Modelos de distribución de masa (A partir de información de modelos de marcadores) [9]
- Filtrado de COP (A partir de medidas de COP en el tiempo) [10,11]
- Estimación de cruce por cero (A partir de medidas de COP en el tiempo y datos de fuerza de reacción) [11]
- Modelos de regresión (A partir de datos de postura de Kinect)
[La propuesta de este trabajo]

Referencias

- [1] Eric R Kandel, James H Schwartz, Thomas M Jessell, Steven A Siegelbaum, A James Hudspeth, et al. Principles of neural science, fifth edition, volume 4. McGraw-hill New York, 2012.
- [2] Jean Massion. Postural control system. *Current opinion in neurobiology*, 4(6):877–887, 1994.
- [3] Anne Shumway-Cook and Marjorie H Woollacott. *Motor control: translating research into clinical practice*. Lippincott Williams & Wilkins, 2007.
- [4] MP Murray, A Seireg, and RC Scholz. Center of gravity, center of pressure, and supportive forces during human activities. *Journal of Applied Physiology*, 23(6):831–838, 1967.
- [5] Riann M Palmieri, Christopher D Ingersoll, Marcus B Stone, and B Andrew Krause. Center-of-pressure parameters used in the assessment of postural control. *Journal of Sport Rehabilitation*, 11(1):51–66, 2002.
- [6] Glenn Research Center. Center of gravity. <https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/airplane/cg.html>, 2015. Online; accessed 05-november-2017.
- [7] Garima Gedamkar Scott Buxton Sheik Abdul Khadir, Rachael Lowe. Base of Support. https://www.physio-pedia.com/Base_of_Support, 2011. Online; accessed 05-november-2017.
- [8] Fabio Scoppa, Roberto Capra, Michele Gallamini, and Riccardo Shiffer. Clinical stabilometry standardization: basic definitions–acquisition interval–sampling frequency. *Gait Posture*, 37(2):290–292, 2013.
- [9] Matthew C. Streicher. Kinematic comparison of marker set techniques used in biomechanical analysis. Master’s thesis, University of Akron, United States, 2007.
- [10] Takeshi Shimba. An estimation of center of gravity from force platform data. *Journal of Biomechanics*, 17(1):5359–5760, 1984.
- [11] Brian J Benda, PO Riley, and DE Krebs. Biomechanical relationship between center of gravity and center of pressure during standing. *IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering*, 2(1):3–10, 1994.

Gracias!