

TEMA 3: BIOMECÁNICA DE LAS MÁQUINAS DE MUSCULACIÓN

- 1- La producción o la manifestación de la fuerza
- 2- Clasificación de ejercicios de fuerza
- 3- Características de las máquinas y sistemas usados
- 4- Respuesta a algunas preguntas y aplicaciones:
 - ¿porqué se usan máquinas de resistencia variable?
 - ¿porqué es diferente liberar o no la carga al final del recorrido?
 - máquinas de resistencia variable
 - medir fuerza isométrica

Bibliografía:

Aguado, X.; Grande, I. y López, J.L. (2000). Consideraciones sobre conceptos y clasificaciones de la fuerza muscular desde el punto de vista mecánico. *Revista de investigación en ciencias del deporte*, nº 23, p:7-26.

Kreighbaum, E. y Barthels, K. (1996). Application of biomechanics to fitness activities. Cap 8 en: *Biomechanics: a qualitative approach for studying human movement*, p: 245-275. Allyn and Bacon. Boston.

Grande, I. (1998). *Estudio cinemático de la fase final del lanzamiento de peso en los mejores atletas españoles*. Aplicación al entrenamiento de la fuerza por medio de ejercicios especiales. Tesina. Laboratorio de Biomecánica. Universidad de León

CIENCIAS DEL DEPORTE



1- LA PRODUCCIÓN O LA MANIFESTACIÓN DE LA FUERZA

Se puede calcular la fuerza a 3 niveles:

1- **La fuerza que realiza un músculo**, grupo muscular o diferentes músculos que participan como agonistas en un determinado ejercicio. Esta puede ser hallada mediante cálculo conociendo la manifestación de la fuerza y variables de la arquitectura muscular o a partir del grado de activación muscular con EMG.

2- **El momento de fuerza** que recae sobre la articulación. Algunas máquinas de fuerza en las que las articulaciones se alinean con los ejes de rotación de la máquina, el momento (*torque*) que nos da la máquina es el mismo que soporta la articulación implicada. En otros casos deberá calcularse a partir de conocer la fuerza en el lugar de sujeción y la distancia perpendicular a ésta hasta la articulación.

3- **La fuerza que debe aplicarse en el lugar de sujeción** de la máquina o sistema de trabajo de la fuerza empleado. Este es el criterio habitualmente usado para clasificar los ejercicios y las máquinas de fuerza.

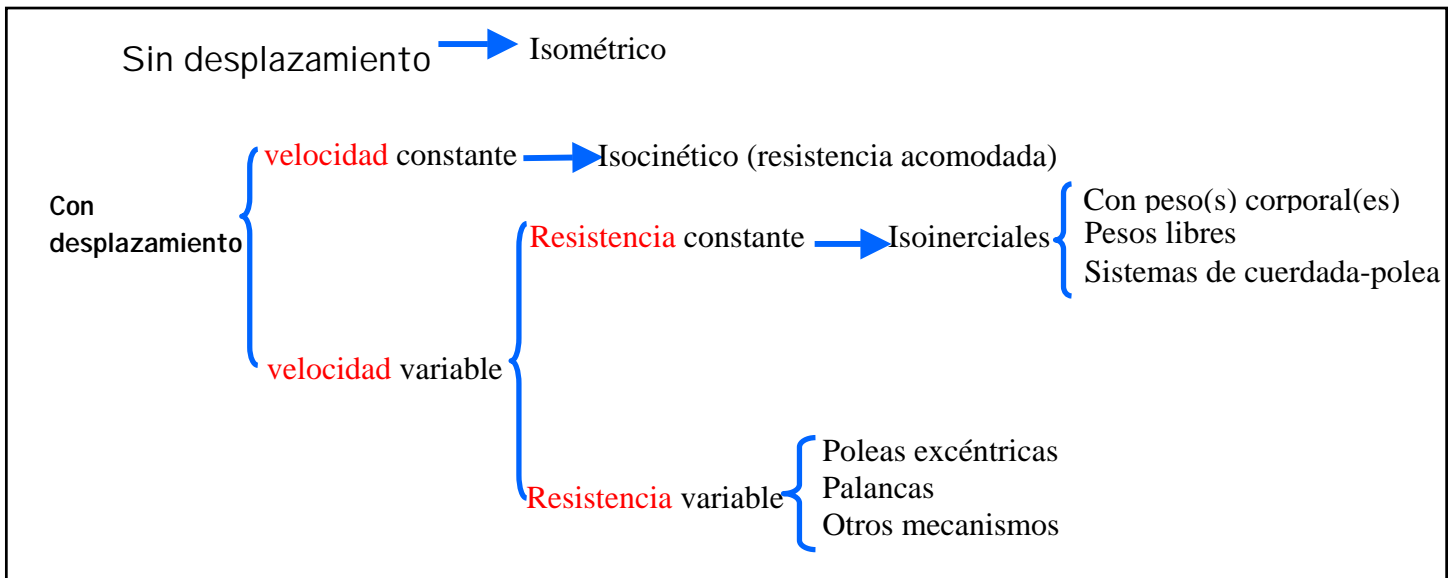
La primera de estas formas analiza la producción de la fuerza, mientras que la tercera analiza la manifestación.



2- CLASIFICACIÓN DE EJERCICIOS DE FUERZA

Clasificación de ejercicios de fuerza en función de que exista o no desplazamiento y que la velocidad y resistencia sean constantes o variables.

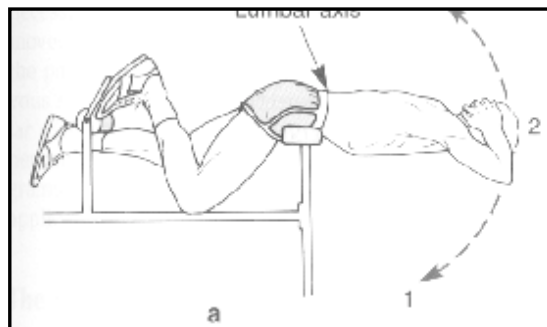
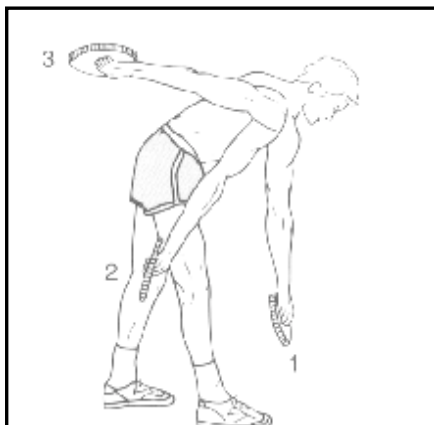
Los que se hacen con desplazamiento, este puede ser con concentraciones concéntricas, excéntricas o combinadas (ciclo de estiramiento acortamiento).



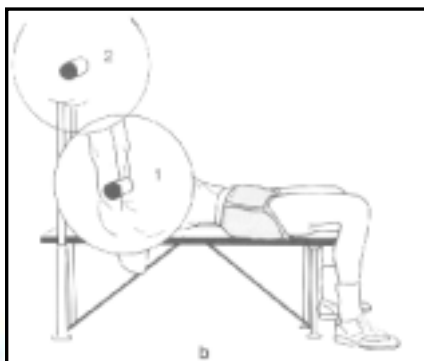
3- CARACTERÍSTICAS DE LAS MÁQUINAS Y SISTEMAS USADOS

MÁQUINAS DE RESISTENCIA CONSTANTE BASADAS EN PESOS LIBRES Y EL PESO DEL CUERPO

- La resistencia no cambia su valor a lo largo del recorrido
- La resistencia se conoce y se puede modificar fácilmente
- La gravedad actúa hacia abajo: en las contracciones excéntricas se desciende de forma controlada y en las concéntricas se asciende
- Se pueden realizar ejercicios en múltiples posturas diferentes
- En los ejercicios hechos con el peso del cuerpo: se puede implicar a un segmento, varios segmentos o al peso de todo el cuerpo.
- Al no ser ejercicios guiados o dirigidos en una determinada dirección marcada por una máquina se requerirá la participación de forma importante de la musculatura estabilizadora del movimiento realizado.



(Kreighbaum y Barthels, 1996)



Guiones de las clases. Tema 3. **Profesor:** Xavier Aguado Jódar

MÁQUINAS QUE DEPENDEN DE LA GRAVEDAD COMO RESISTENCIA

- Los ejercicios se realizan en direcciones guiadas por la máquina.
- La carga que se maneja está estabilizada por la máquina, por lo que no precisan de una intervención importante de musculatura estabilizadora.
- Existen posturas concretas adecuadas para la realización de los ejercicios en cada máquina.
- Mediante cables, barras o correas se transmite la resistencia hasta el lugar de sujeción.
- A lo largo del recorrido algunas máquinas mantienen constante la resistencia en el lugar de sujeción, pero otras son de resistencia variable (mediante poleas excéntricas, palancas u otros mecanismos).
- Las máquinas que varían la resistencia a lo largo del recorrido deberían poder adaptarse a los requerimientos de trabajo de la musculatura.
- Algunos sistemas como el Bio-robot permiten adaptarse a diferentes máquinas. Nos dan la velocidad con la que se realiza el ejercicio y conociendo la carga nos dan también la potencia ejercida.

MÁQUINAS ISOCINÉTICAS

- Acomodan la resistencia que ofrecen (aumenta o disminuye en función de la fuerza que se aplica) a una velocidad angular constante, previamente seleccionada:
- si se aplica poca fuerza = ofrecen poca resistencia
- si se aplica mucha fuerza = ofrecen mucha resistencia
- Son buenos para los periodos de rehabilitación de lesiones sin emplearlos al máximo. También son utilizados frecuentemente en investigación.
- A bajas velocidades no hay problema (funcionan bien).
- A altas velocidades se requiere la aplicación suplementaria de una resistencia externa.
- No son capaces de reproducir adecuadamente muy altas velocidades de movimiento articular como las que se dan en técnicas explosivas de lanzamientos o golpes.



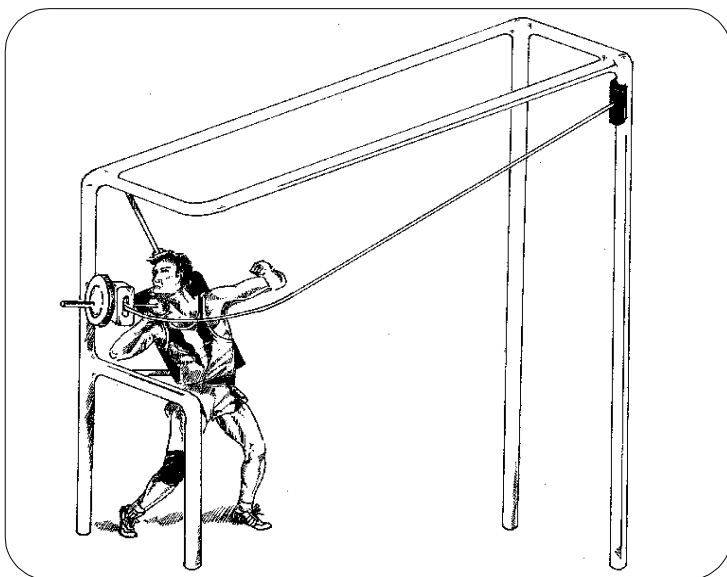
- En la actividad física y en los deportes es difícil encontrar situaciones en las que se realicen movimientos a velocidad angular constante a lo largo de todo el recorrido de una articulación por lo que estas máquinas no servirían como forma habitual de entrenamiento de deportistas sanos.
- Son muy caros.
- P.e.: Cybec, Orthotron y Kincom. Esta última permite realizar el ciclo de estiramiento-acortamiento.



Dinamómetro isocinético.

SIMULADORES

Máquinas que reproducen muchas de las características del movimiento realizado en situación real, de una determinada técnica deportiva. P.e.: rango articular, recorrido empleado, velocidad.

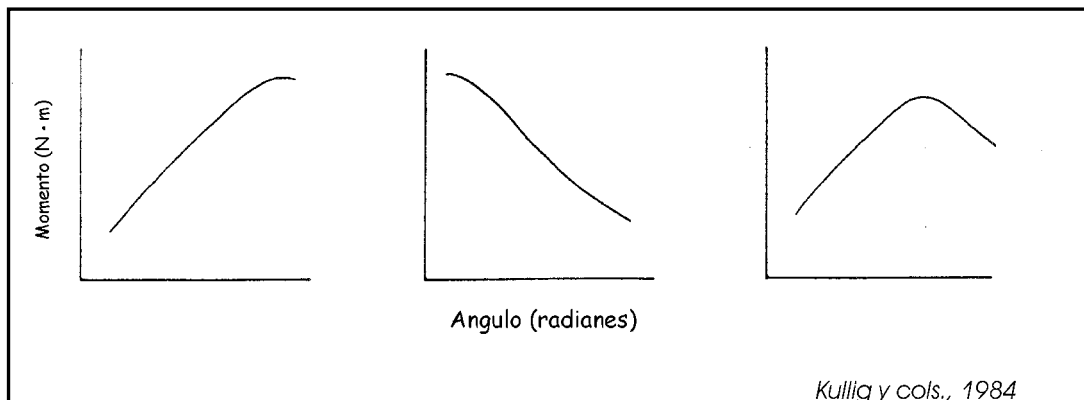
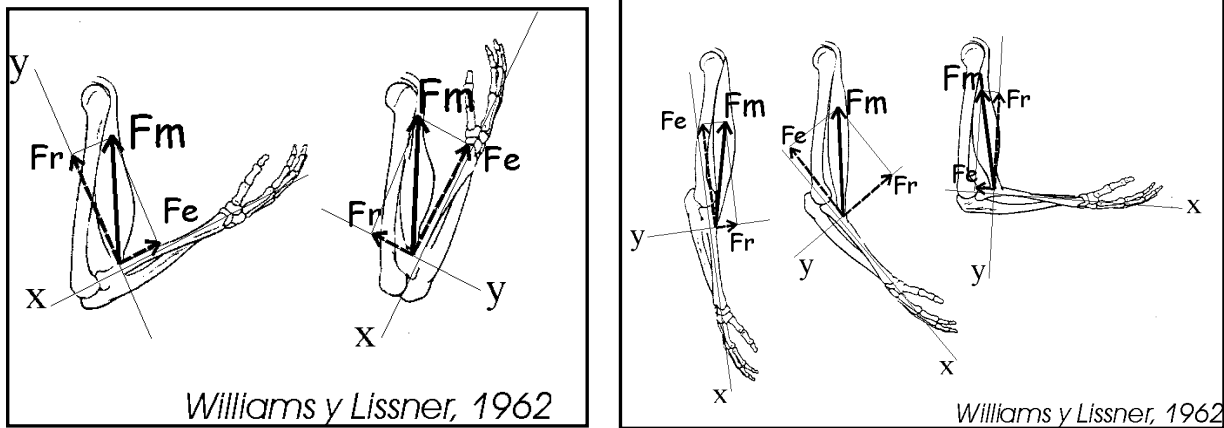


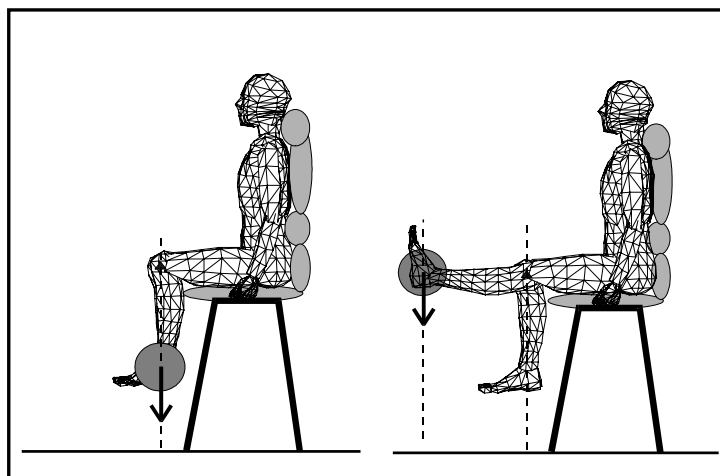
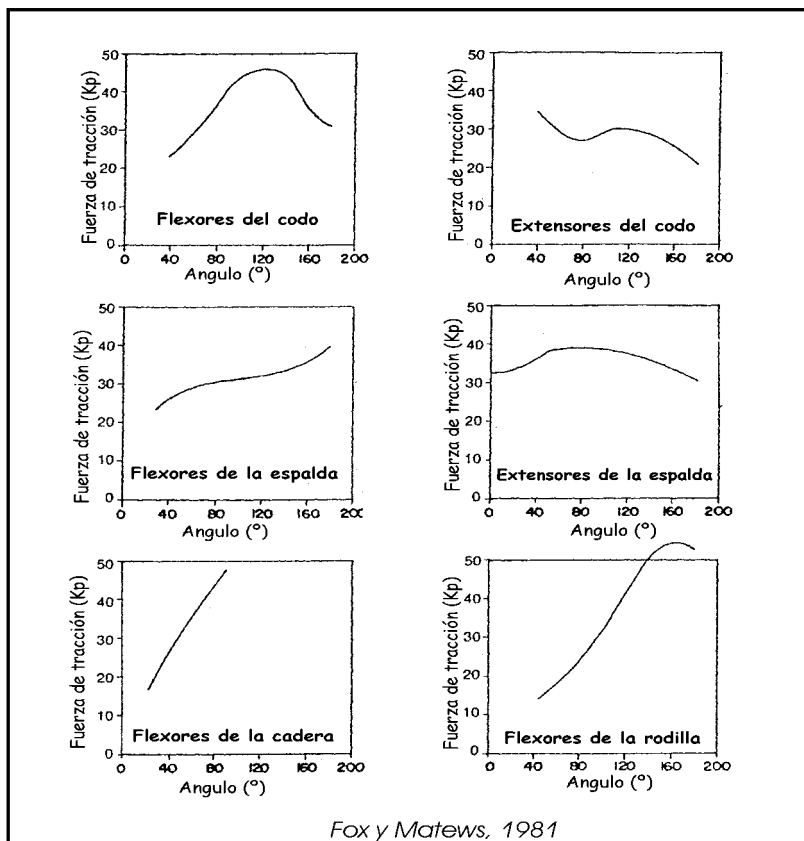
Grande, 1998)

4- RESPUESTA A ALGUNAS PREGUNTAS Y APLICACIONES

A/ ¿Porqué se usan máquinas de resistencia variable?:

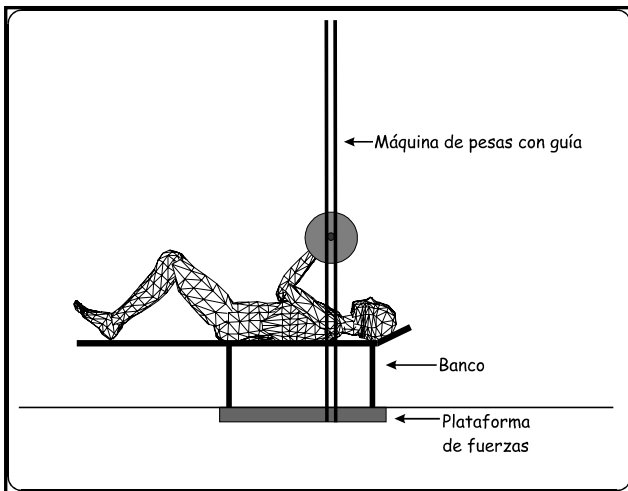
Las siguientes figuras están sacadas de Aguado y cols (2000).





B/ ¿Porqué es diferente liberar o no la carga al final del recorrido?:

Extensión de miembros superiores.

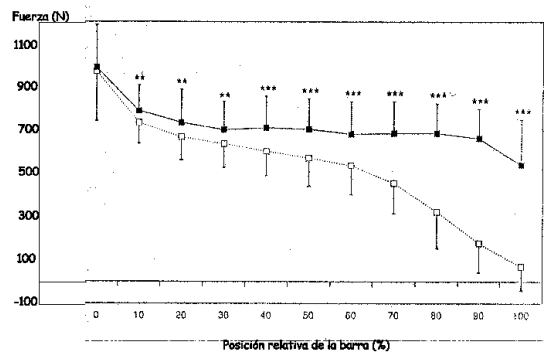


Aguado y cols, 2000)



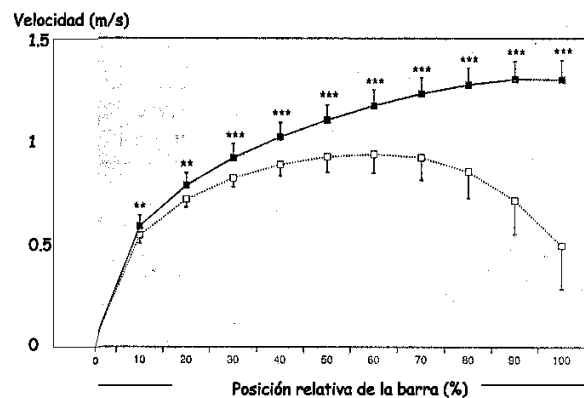
Extensión de miembros inferiores.

Las gráficas muestran la fuerza ejercida en diferentes posiciones desde el inicio del ejercicio hasta la extensión completa. La gráfica superior corresponde al ejercicio hecho liberando al final del recorrido mientras que la gráfica inferior muestra el realizado sin liberar. Las gráficas se separan a medida que aumenta el grado de extensión. Realizando el ejercicio sin liberar decae de forma importante la fuerza ejercida, mientras que si se libera ésta permanece más constante hasta cerca del final.



Newton, 1994

Las gráficas muestran la velocidad de extensión en diferentes posiciones desde el inicio del ejercicio hasta la extensión completa. La gráfica superior corresponde al ejercicio hecho liberando al final del recorrido mientras que la gráfica inferior muestra el realizado sin liberar. Las gráficas se separan a medida que aumenta el grado de extensión. Liberando la máxima velocidad se logra muy cerca del final, mientras que si no se libera la máxima velocidad se logra previamente.

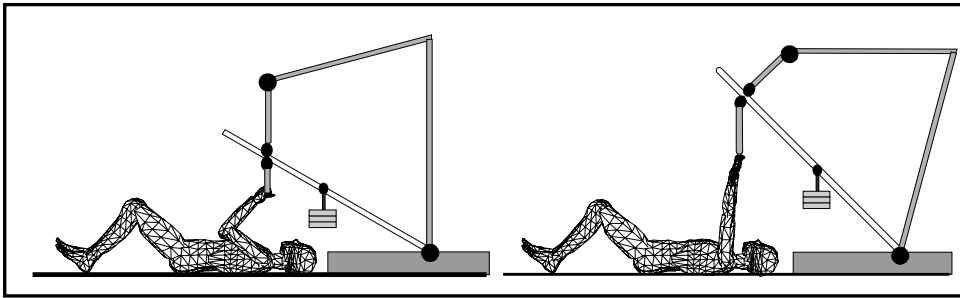


Newton, 1994

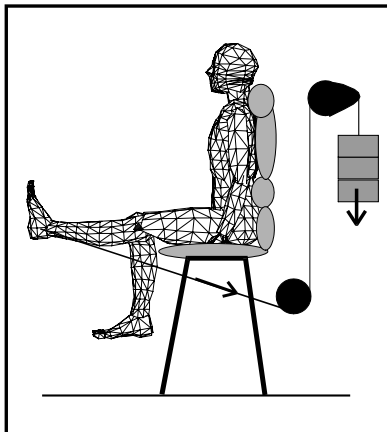


C/ Máquinas de resistencia variable:

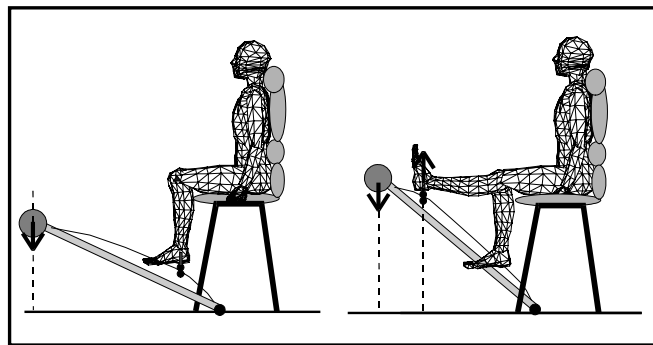
(Aguado y cols., 2000):



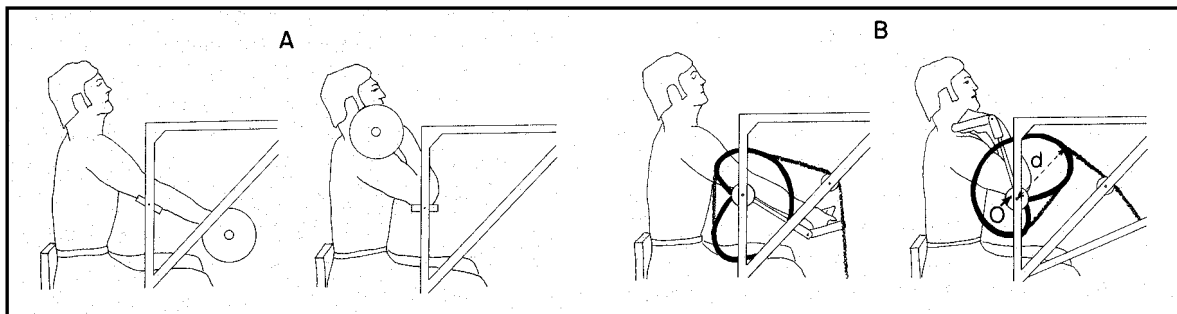
Barra con rodamiento



Polea excéntrica



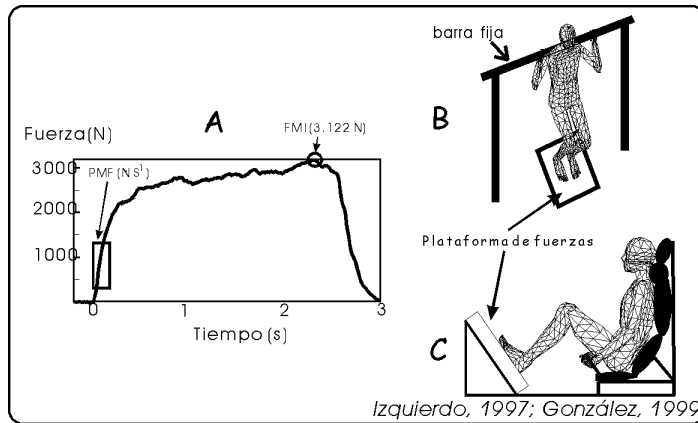
Sistema Storms.



(Kreighbaum, E. y Barthels, K., 1996)

D/ Medir fuerza isométrica:

Aguado y cols (2000)



Los siguientes gráficos pertenecen a Kreighbaum, E. y Barthels, K., (1996):

