

# Ütközések

Ember-ember: bokszt, jégkorong

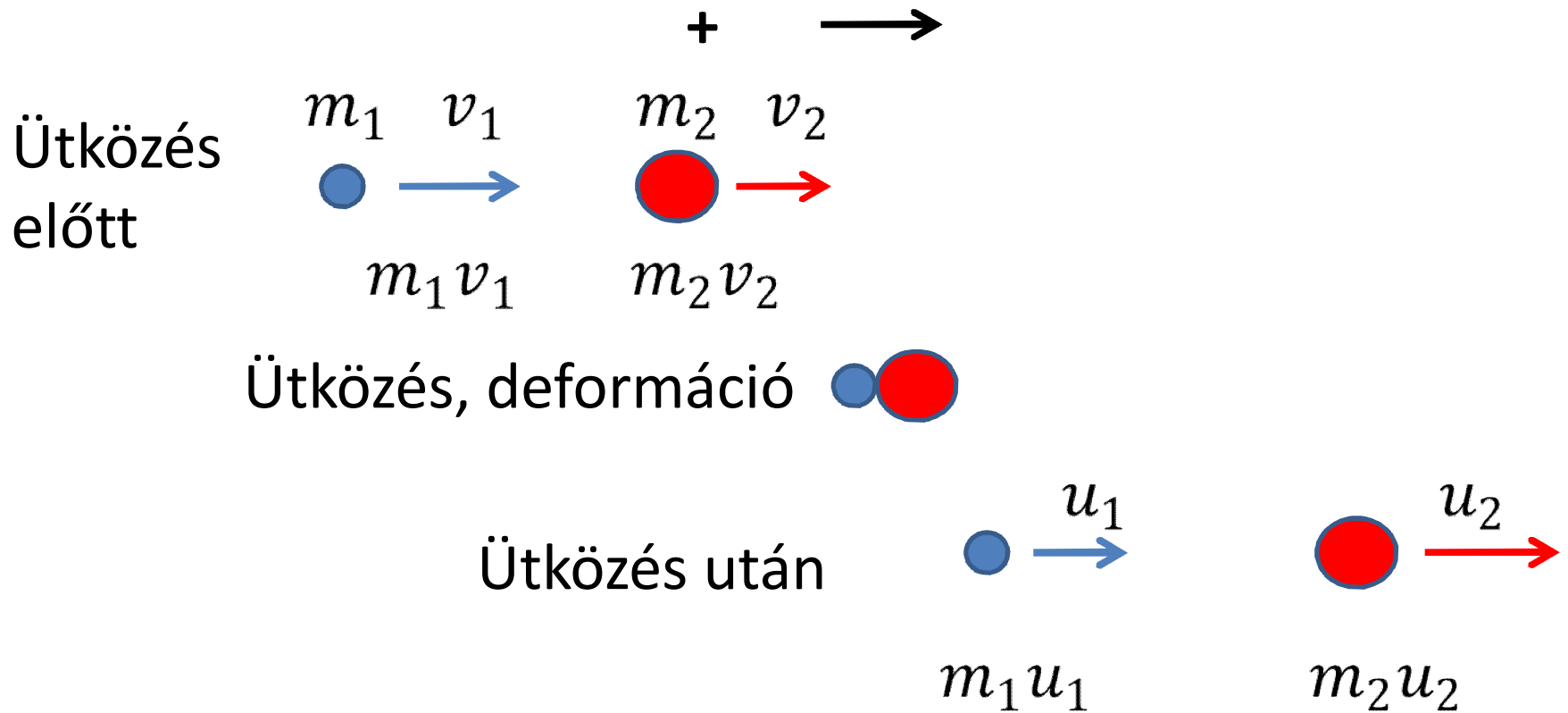
Ember – sportszer: röplabda

Sportszer-sportszer: tenisz, ping-pong, golf,  
baseball

Ember-talaj: futás

Sportszer-talaj: labda

Impulzus:  $\vec{I} = m * \vec{v}$



# Ütközések fajtái

Teljesen rugalmas – (elméletben)

Teljesen rugalmatlan

Nem teljesen rugalmas

# Teljesen rugalmas ütközés

Megmaradási tételek:

Impulzusmegmaradás:

$\sum$  I ütközés előtt =  $\sum$  I ütközés után

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 u_1 + m_2 u_2$$

Energiamegmaradás:

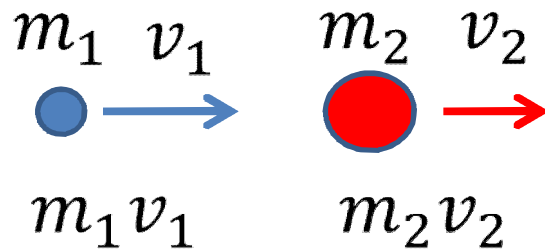
$\sum$  E mek ütközés előtt =  $\sum$  E mek ütközés után

$$\frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 = \frac{1}{2} m_1 u_1^2 + \frac{1}{2} m_2 u_2^2$$

$$u_1 = \frac{(m_1 - m_2)v_1 + 2m_2 v_2}{m_1 + m_2} \quad u_2 = \frac{(m_2 - m_1)v_2 + 2m_1 v_1}{m_1 + m_2}$$

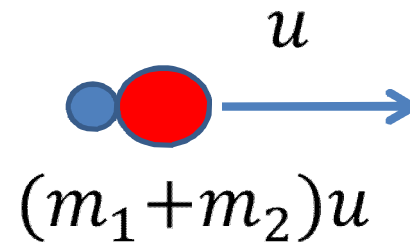
# Teljesen rugalmatlan ütközés

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2)u$$



Ütközés, deformáció 

Deformáció megmarad



$$\frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 > \frac{1}{2} (m_1 + m_2) u^2$$

Kinetikus energiavesztés, mechanikai energia egy része disszipálódik

# Nem teljesen rugalmas ütközés

$$\frac{u_2 - u_1}{v_1 - v_2} = \varepsilon = k$$

Ha  $k=1 \rightarrow$  teljesen rugalmas

Ha  $k=0 \rightarrow$  teljesen rugalmatlan

$k$ : ütközési szám, koefficiens

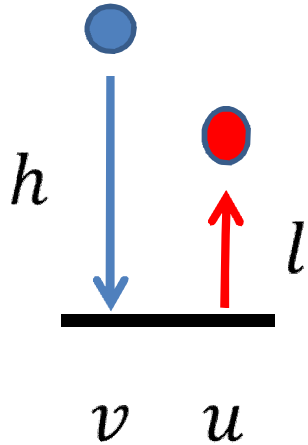
$$u_1 = \frac{(m_1 - km_2)v_1 + (1 + k)m_2v_2}{m_1 + m_2}$$

$$u_2 = \frac{(m_2 - km_1)v_2 + (1 + k)m_1v_1}{m_1 + m_2}$$

Ha  $k$  értéke nagyobb  $\Rightarrow$  több mozgási energia adódik át,  
kevesebb a veszteség

# Ütközési szám meghatározása

## Teniszlabda pattogása



$$k = \frac{u}{v}$$

$$h = \frac{1}{2}mv^2$$

$$l = \frac{1}{2}mu^2$$

$$v = \sqrt{2gh}$$

$$u = \sqrt{2gl}$$

$$k = \frac{u}{v} = \frac{\sqrt{2gl}}{\sqrt{2gh}} = \sqrt{\frac{l}{h}}$$

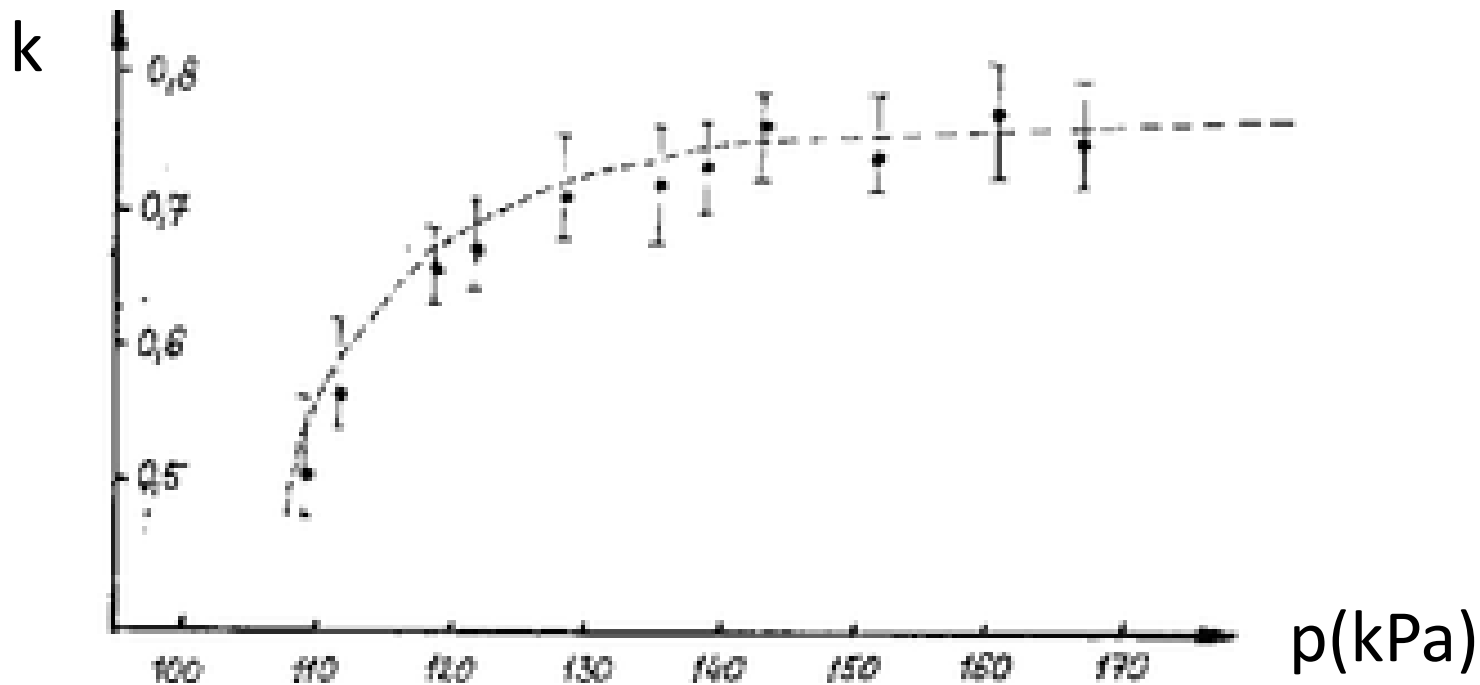
Ha  $h=1\text{m}$ ,  $l=55\text{cm}=0.55\text{m} \rightarrow k=0.74$

$k = 0.9-0.95$  biliárdgolyó

$k = 0.7-0.8$  kosárlabda

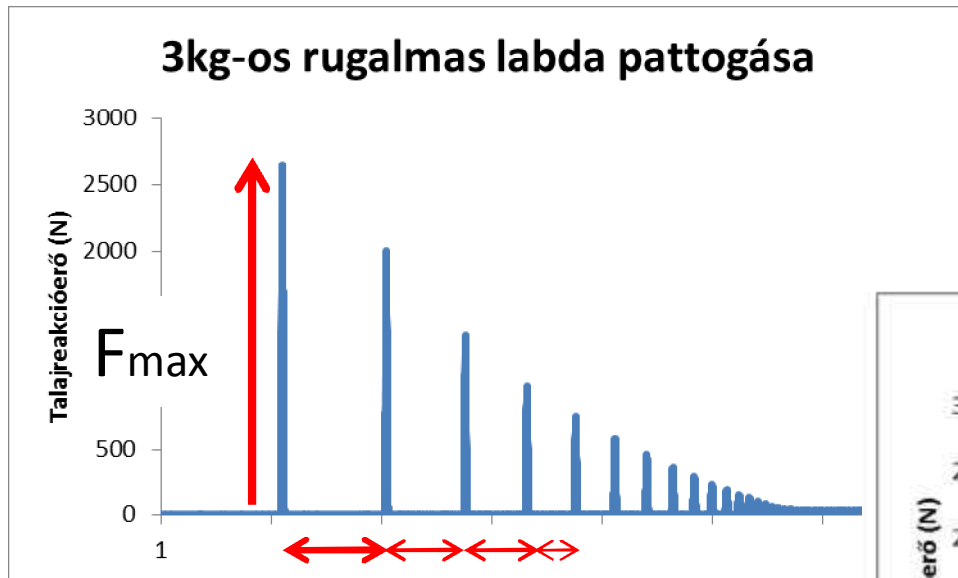


# Ütközési szám és belső levegő nyomása



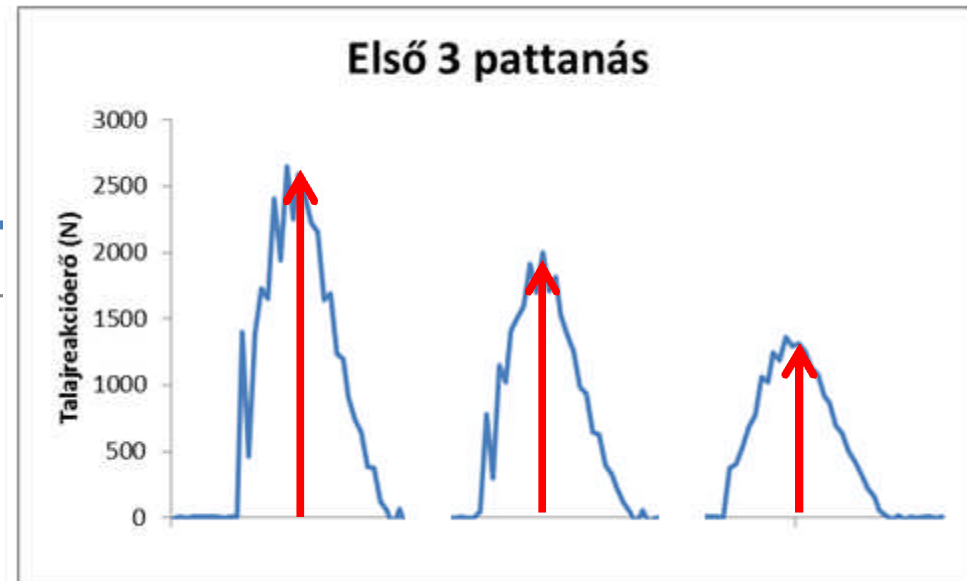
Ütközési szám a futball- labda belső nyomásának függvényében

# Erőhatások ütközéseknél, ütközési idő

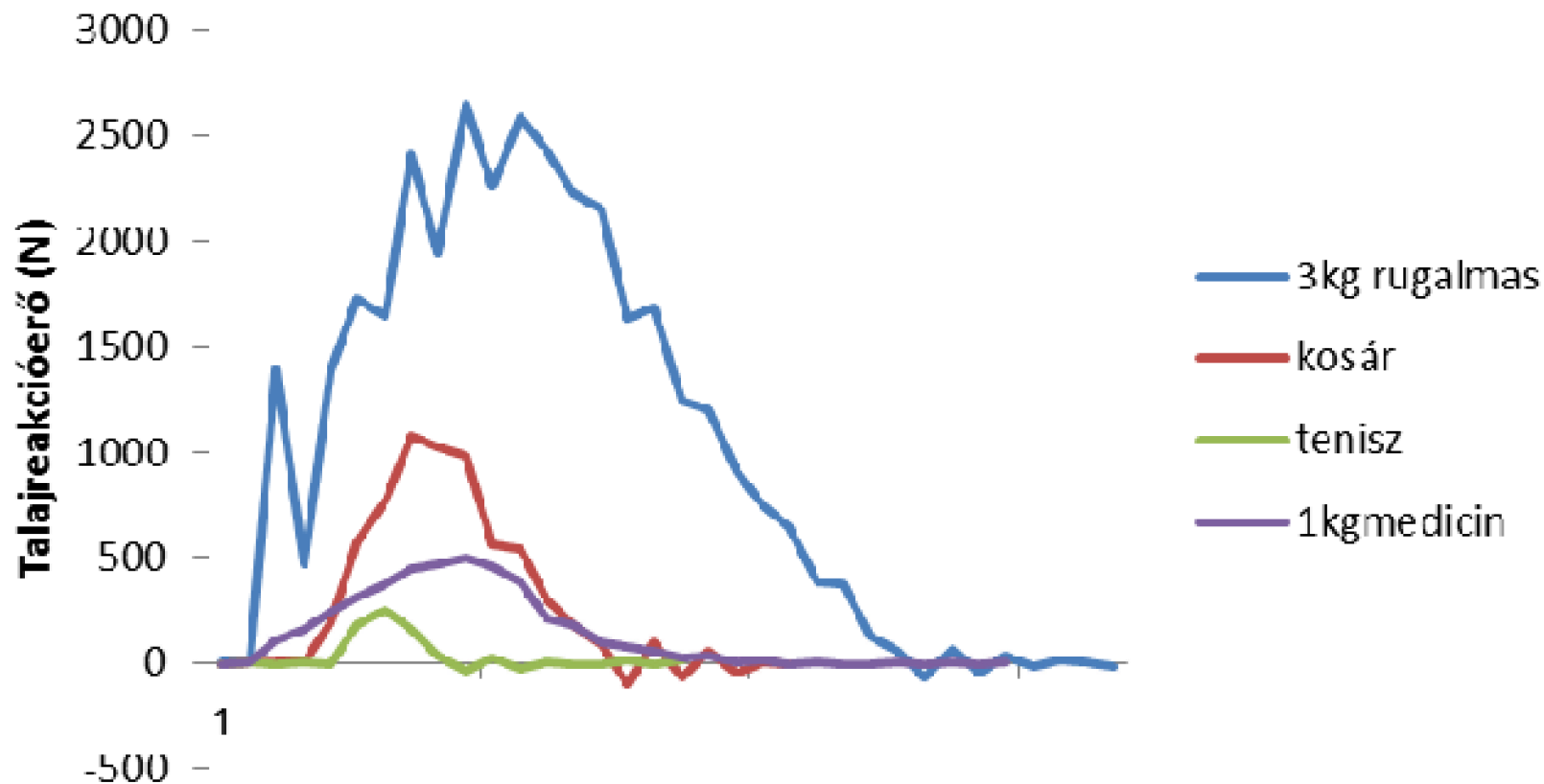


$t$  levegőben tartózkodás

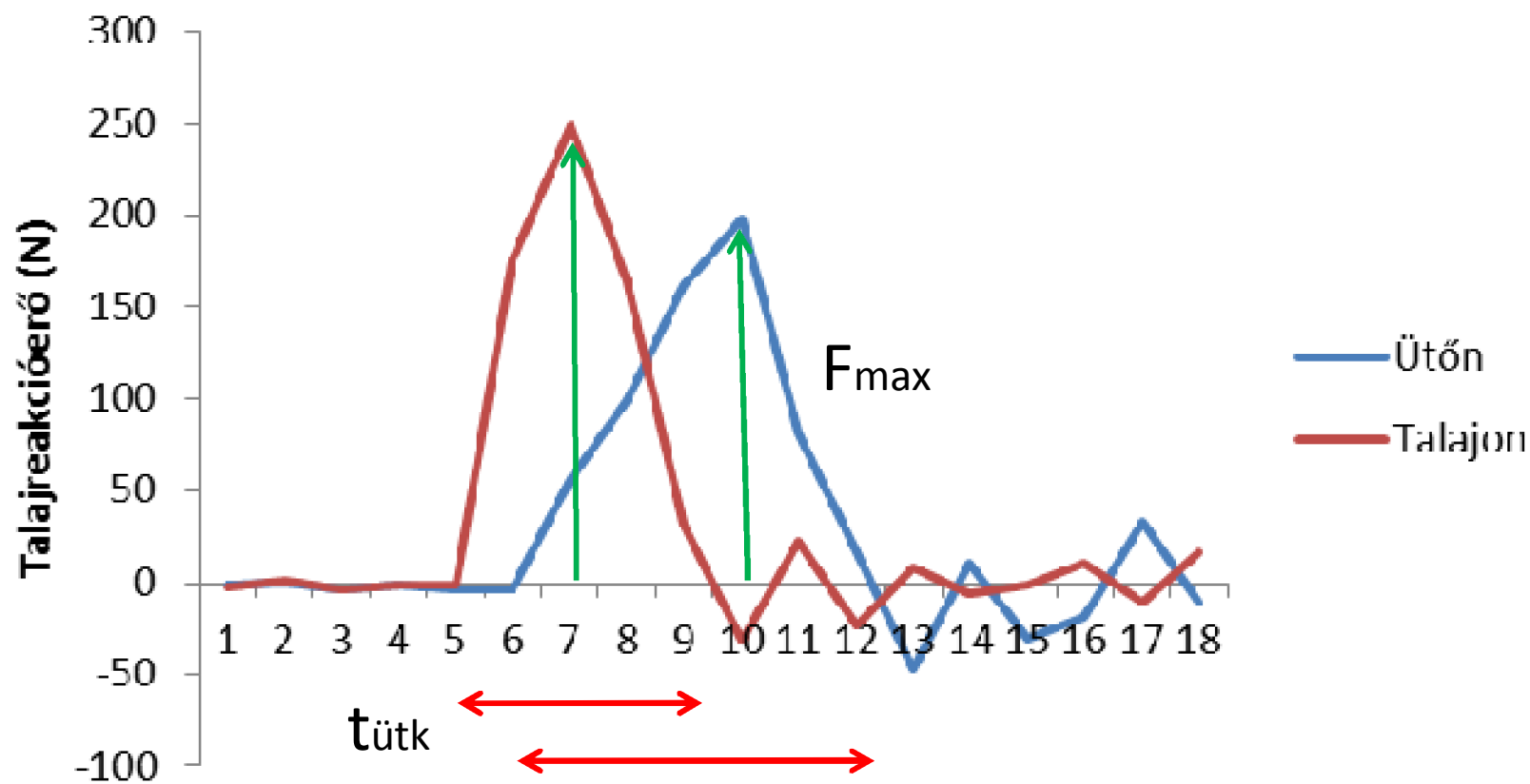
Mérés: erőplatóval  
Dobási magasság: 2m



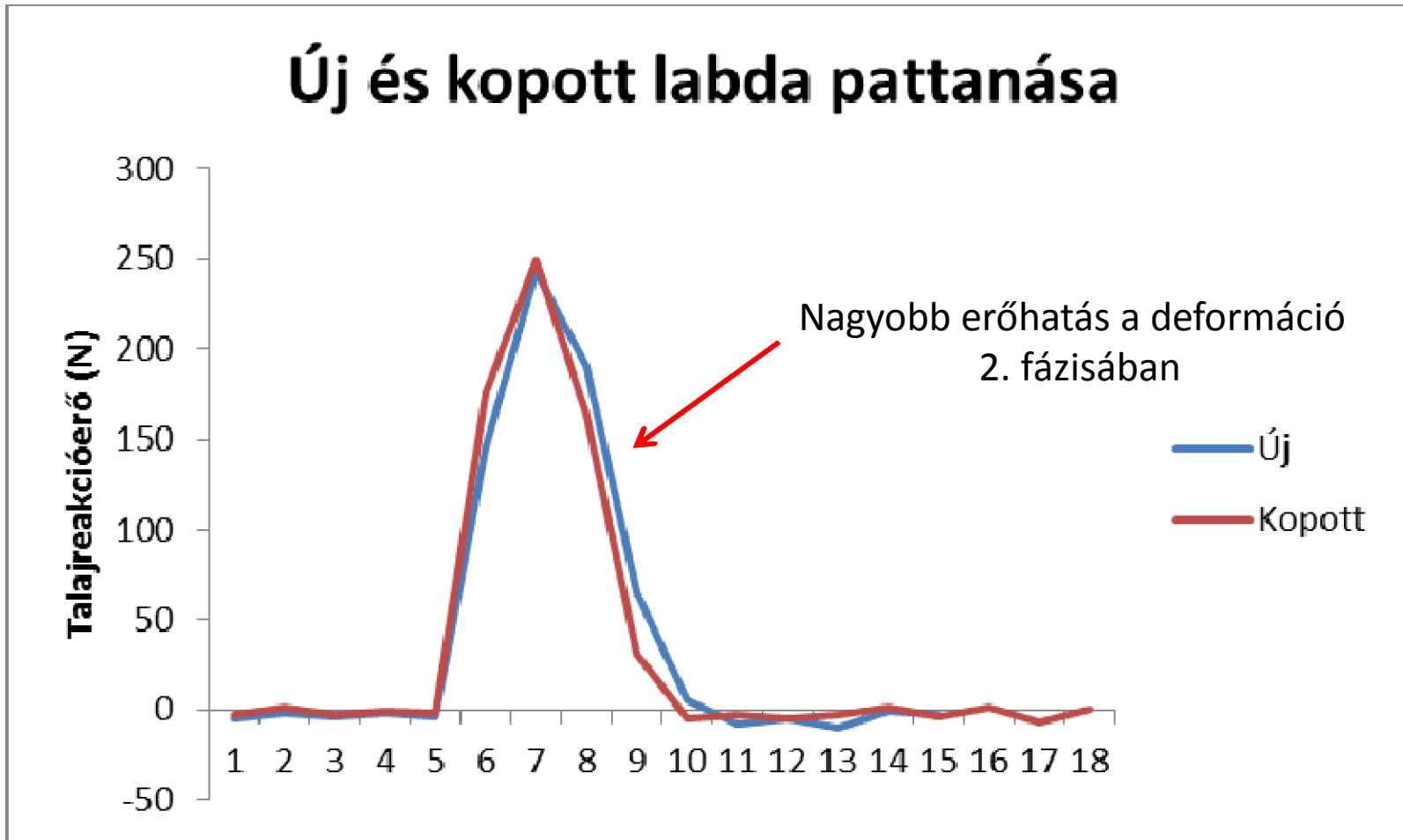
## Különböző labdák ütközései



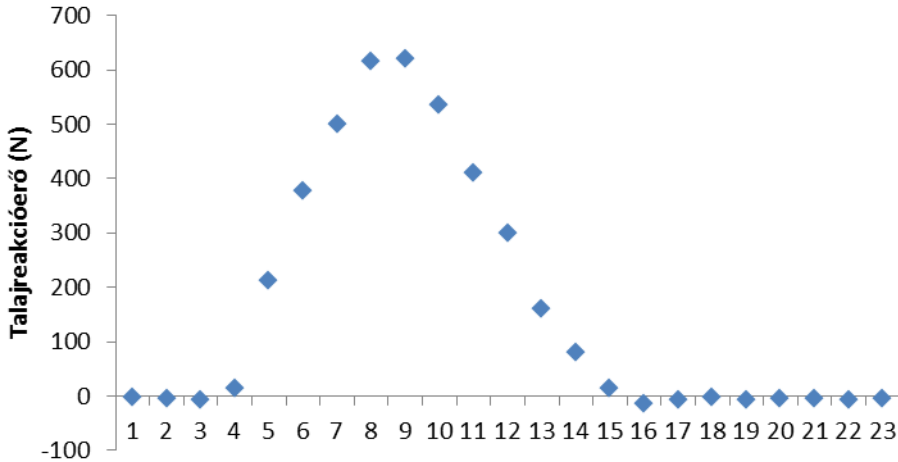
# Teniszlabda pattanása



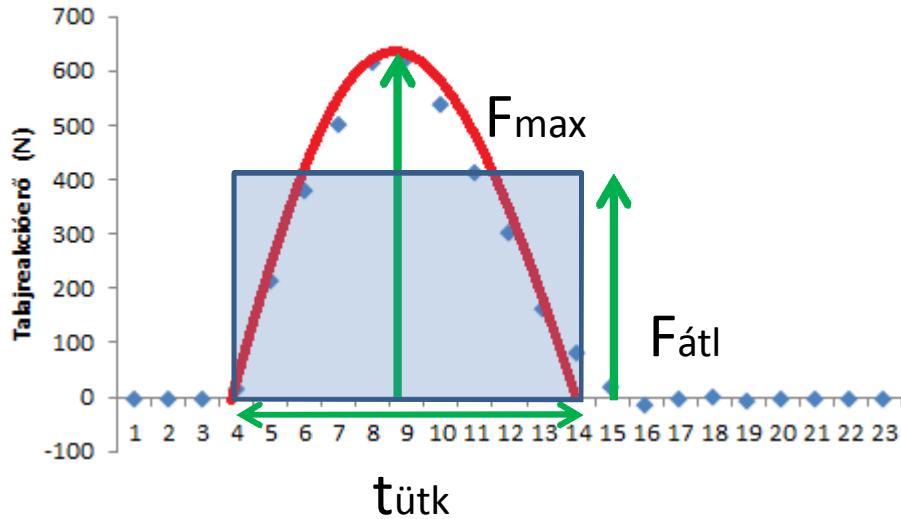
# Teniszlabda pattanása



## Kosárlabda pattanása



## Kosárlabda pattanása



görbe illesztése

$$F_{max} = m * a_{max}$$

Ha F közvetlenül nem mérhető:

$$F_{átl} * \Delta t = m * \Delta v$$

$$F_{átl} = \frac{m * \Delta v}{\Delta t} = m * a_{átl}$$

$$\Delta t = \frac{t_{ütök}}{2}$$

$$F_{átl} \approx \frac{F_{max}}{\sqrt{2}}$$

$$F_{max} \approx F_{átl} * \sqrt{2}$$

# Szerva



A snapshot of Andy Roddick's record serve (246 km/h), showing the contribution (in percentages) of the involved body segments and partial body movements.

$$m_{\text{teniszlabda}} = 58g$$

$$s_{\text{ütke}} = 30cm$$

$$v_{\text{szerva}} = 210 \frac{km}{h} = 58.3 \frac{m}{s}$$

$$a_{\text{átl}} = \frac{v^2}{2s} = 5671.2 \frac{m}{s^2}$$

$$F_{\text{átl}} = m * a_{\text{átl}} = 0.058 * 5671.2 = 328.9N$$

$$F_{\text{max}} = F_{\text{átl}} * \sqrt{2} = 463.8N$$

# Nyomás kiszámítása, a felület szerepe

$$F_{\ddot{u}tk} = m * a_{\ddot{u}tk}$$

$$P_{\ddot{u}tk} = \frac{F_{\ddot{u}tk}}{A}$$

A - felület

pl: síelő elesik

$$v = 10 \frac{m}{s}$$

$$t_{\ddot{u}tk} = 0.01s$$

$$m_{\text{végtag}} = 6kg$$

Csőves csontok teherbírása

200MPa nyomóerő

130MPa húzóerő

70MPa nyíróerő

$$F_{\ddot{u}tk} = m * a = 60000N$$

$$A = 0.2m^2$$

$$P = 300MPa$$



# Védőfelszerelés szerepe

pl: boxkesztyű, sisak, protektor

**A felület növelése**

**Deformáció közben a gyorsulás csökkentése**

$$P = \frac{F}{A}$$

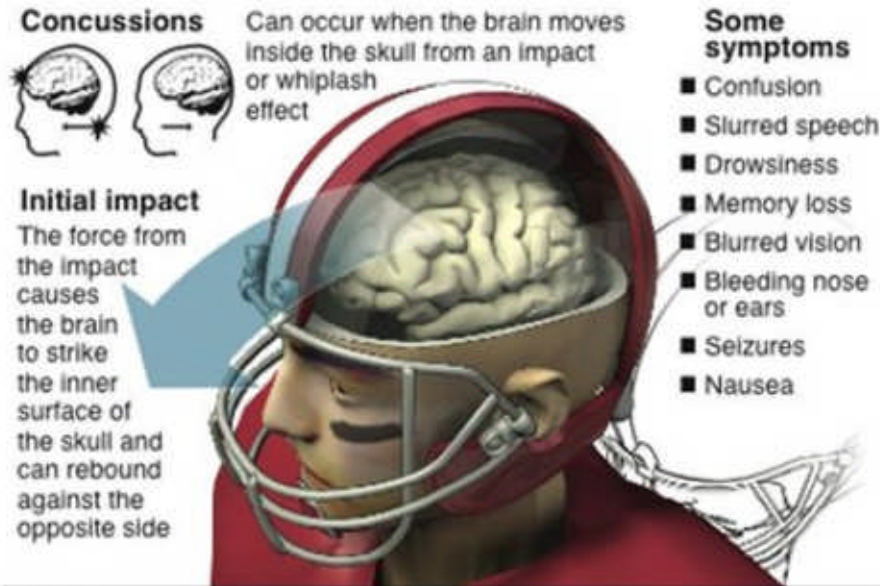
Ha A nő, P csökken

Ha nagyobb úton történik az ütközés:

$$a = \frac{v^2}{2s} \quad \text{csökken a gyorsulás}$$

csökken a szervezetet érő nyomás

$$F = m * a \quad \text{csökken az erő}$$



# Biliárd



Erőhatás:

$$v = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$m_{\text{golyó}} = 0.16 \text{ kg}$$

$$\Delta t_{\text{ütközés}} = 0.0002 \text{ s}$$

$$a_{\text{ütk}} = 100000 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

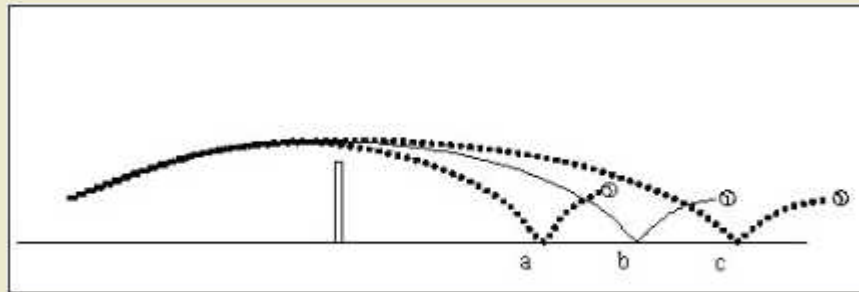
$$F_{\text{ütk}} = m * a = 1600 \text{ N}$$

# Talaj szerepe teniszben

## Tenisz

### 9. Altitude

At sea-level the air is denser and the ball loses speed faster as at higher altitudes. Also a ball with topspin will dip faster. The diagram shows the tracts of a tennis ball with (a) topspin (b) without spin at sea level, and (c) without spin at high altitude.



### 10. Surface of court.

The diagram below shows the trajectory of the ball after it has bounced from:

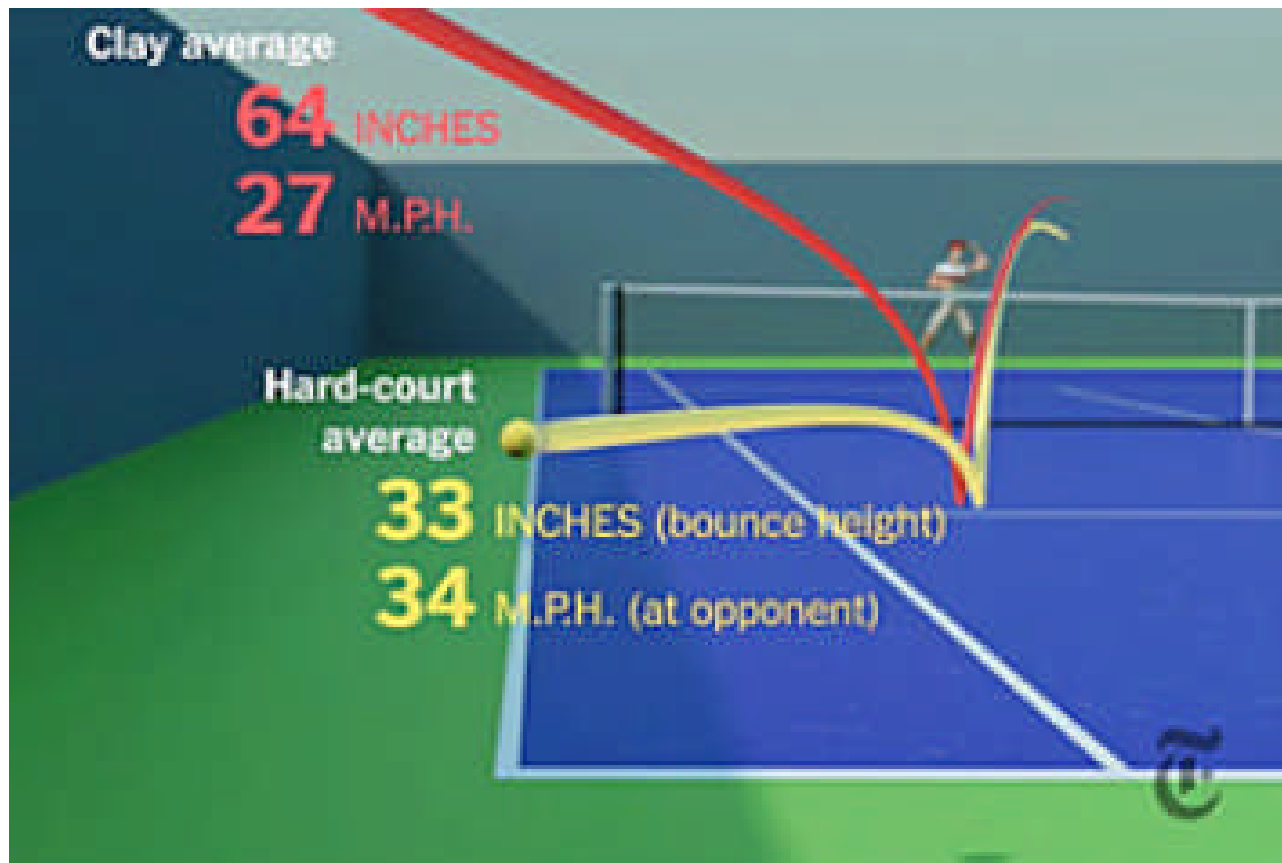
(a) a rough surface like a clay court. The ball bounces high, has lots of topspin and loses much of its speed.

(b) an all-weather surface

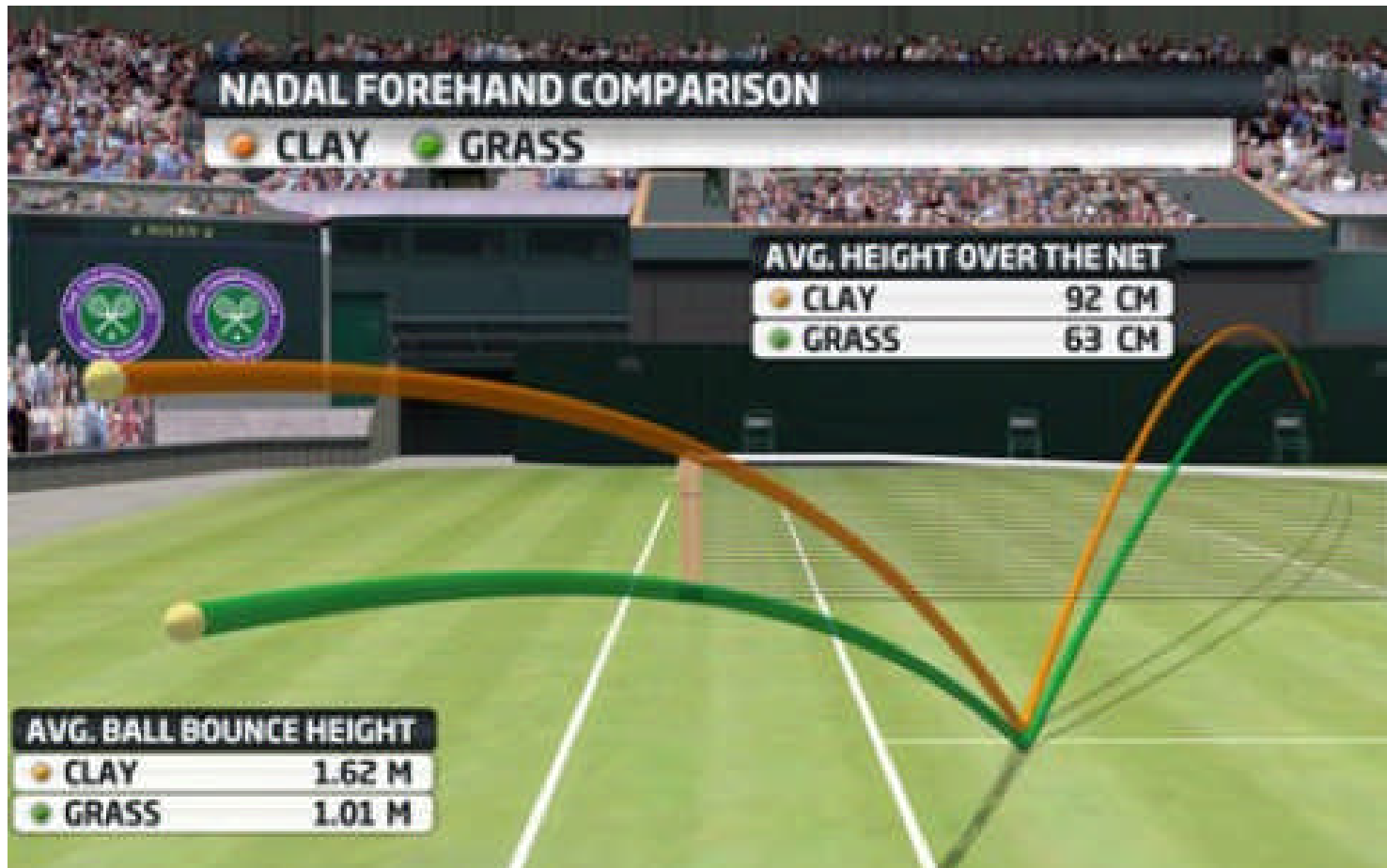
(c) a very smooth surface. The ball gathers very little topspin and comes through very fast.



# Salak vs kemény borítás

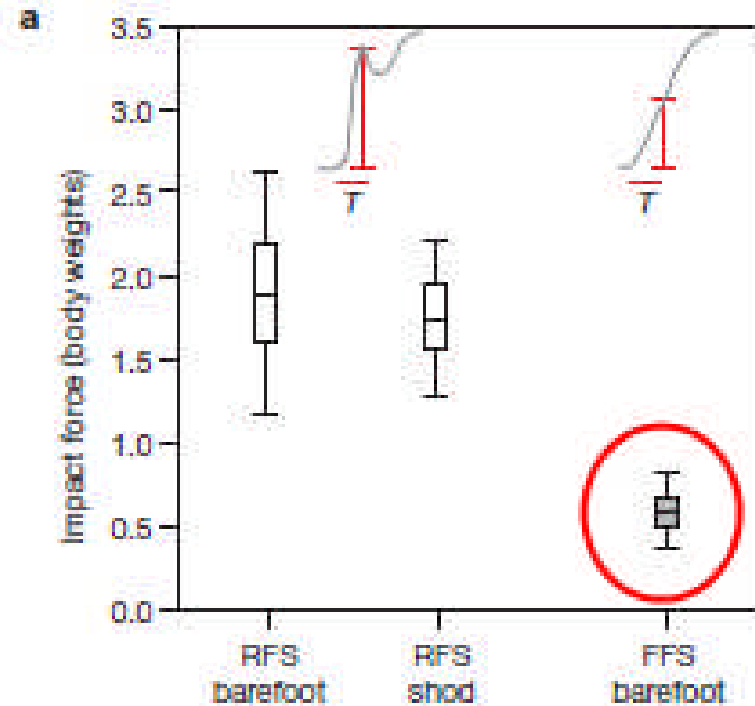
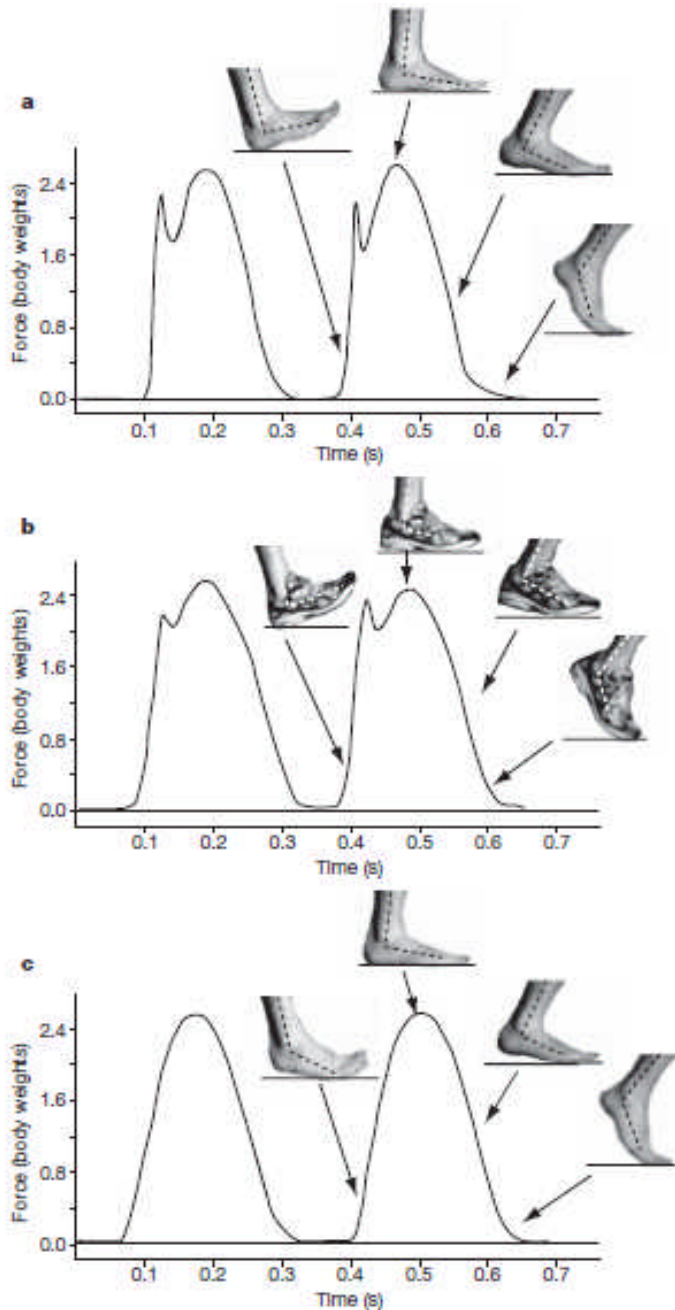


# Salak vs fú



# Ütközés futásnál

RFS - rear foot strike - amikor a sarkunkkal érintjük először a talajt, majd a lábközépcsontokon át a lábujjakra vezetjük át a lendületet.  
MFS - mid-foot strike - amikor nagyjából lapos talppal érintjük a talajt, vagyis az teljes felületén érintkeznek a talajjal futás közben, lábletételkor.  
FFS - front foot strike - amikor a láb elülső része érinti először a talajt, majd a lábközépcsontokon át a sarokra vezetjük át a lendületet.



FFS - Kisebb erőhatás ütközésnél