

(Re)konszolidáció, alvás és emlékezet

EMBERI EMLÉKEZET

2019

amiről szó lesz

- **ALVÁS...**
 - és az emlékek konszolidációja
 - ...
- **ÁLMOK...**
 - tartalma és emlékek
 - ...
- **NAPSZAK...**
 - hatása az emlékezeti folyamatokra
 - ...

Alvás és emlékezet

alvás

Az alvást viselkedésesen a következők határozzák meg:

- csökkent motoros aktivitás
- csökkent válaszreakció a külső ingerekre
- sztereotíp testtartás (embereknél fekvés csukott szemmel)
- relatív könnyű visszafordíthatóság (megkülönbözteti a kómától, téliáalomtól)



alvás

- **Az alvás fázisai:**

- **NREM** alvás

- gyors szemmozgás nélküli (non-rapid eye movement)

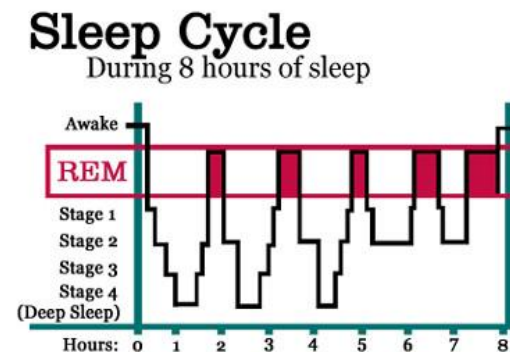
- lassú hullámú alvás (slow-wave sleep, **SWS**)

- **REM** alvás

- az alvás gyors szemmozgásokkal (rapid eye movement) jellemezhető fázisa

Embereknél ennek a két fő szakasznak ciklikus váltakozása

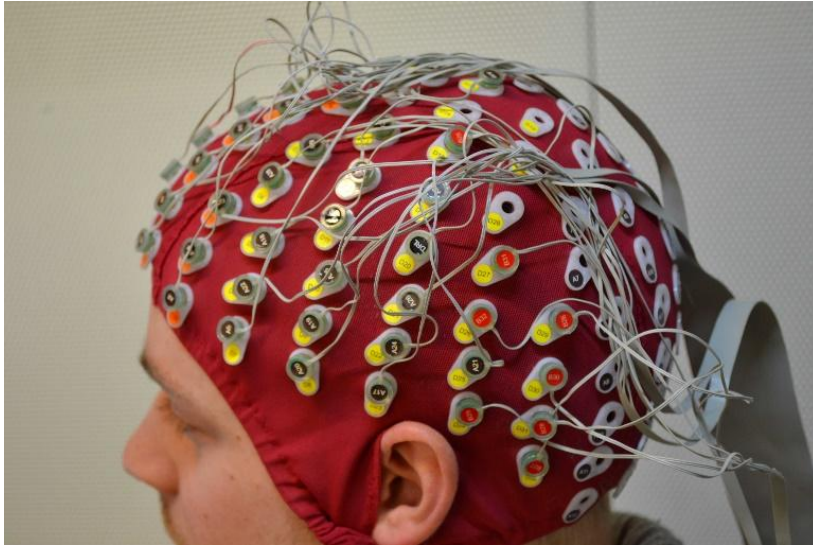
→ Az alvás **ultradián ritmusa**



- **Ultradián ritmus**
 - 1 ciklus kb. 90-120 perc
 - 3 NREM és 1 REM szakasz
 - Egy (normál) éjszaka alatt kb. 4-6 ciklus
 - REM és NREM szakaszok aránya változik (ciklusok hossza nem)
 - Alvás első felében: NREM dominancia, kevés REM
 - Alvás második felében: REM dominancia, kevés és felületes NREM
- **Alvás közbeni fiziológiai aktivitást mérni lehet (elektromos jelek felvételével)**
 - EMG → izom aktivitás
 - EOG → szemmozgás, szemmozgató izmok aktivitása
 - EEG → kortikális neuronok kollektív aktivitásának mérése

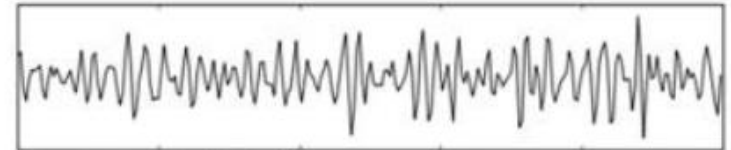
Minden egyes alvás szakasz → jellegzetes EEG grafoelem → segít az elkülönítésükben

Alvás és agyhullámok

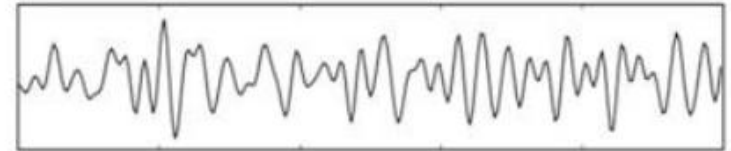


- **Béta** (13-30 Hz): ébrenlét
- **Alfa** (8-12 Hz): nyugodt, ellazult állapot
- **Theta** (4-7 Hz): „könnyű alvás”
- **Delta** (3-5 Hz): mély alvás

Comparison of EEG Bands



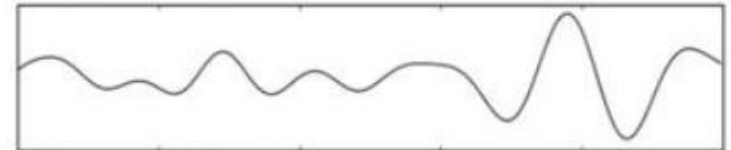
Gamma: 30-100+ Hz



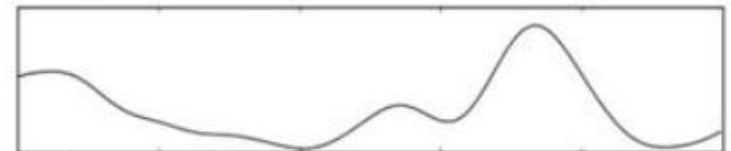
Beta: 12-30 Hz



Alpha: 8-12 Hz



Theta: 4-7 Hz



Delta: 0-4 Hz

Alvászavarok

(a teljesség igénye nélkül)

- **Inszomnia** (álmatlanság)
- **Hiperszomnia** (alváskészletetés fokozódása)
- **Narkolepszia** (fáradtság, aluszékonyság fokozódása, napközbeni alvásrohamok...)
- **Paraszomniák** (pl. alvajárás, lidérces álmok)
- ...

ALVÁSZAVAROK ÉS KOGNÍCIÓ KAPCSOLATA!

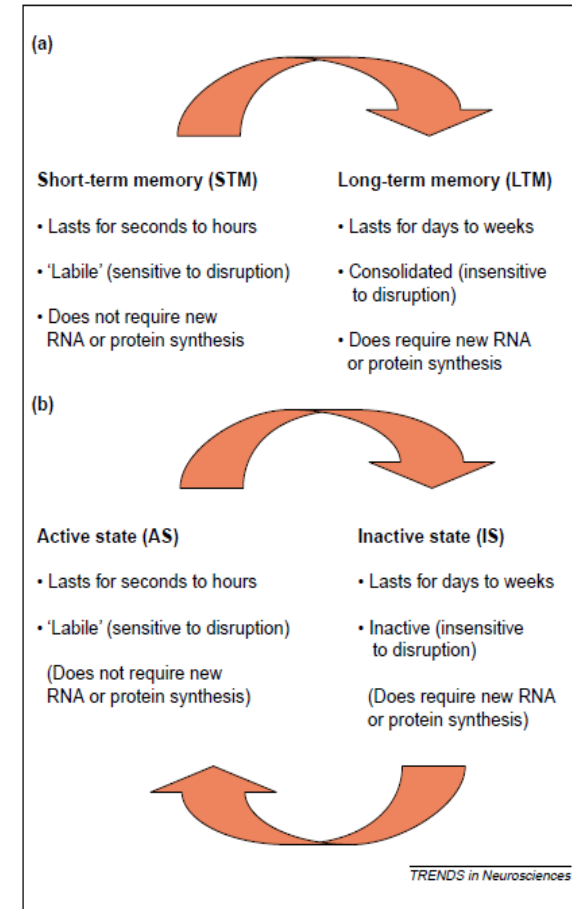
- **Alvás jótékony hatása az emlékezetre**
(már **6 perces** alvásnak is van kimutatható pozitív hatása a deklaratív emlékezetre! Lahl et al 2008)
- Alvás alatti konszolidáció, az emlékek stabilizálódása és kvalitatív változások

- Klasszikus elképzelés: kódolás, tárolás, előhívás

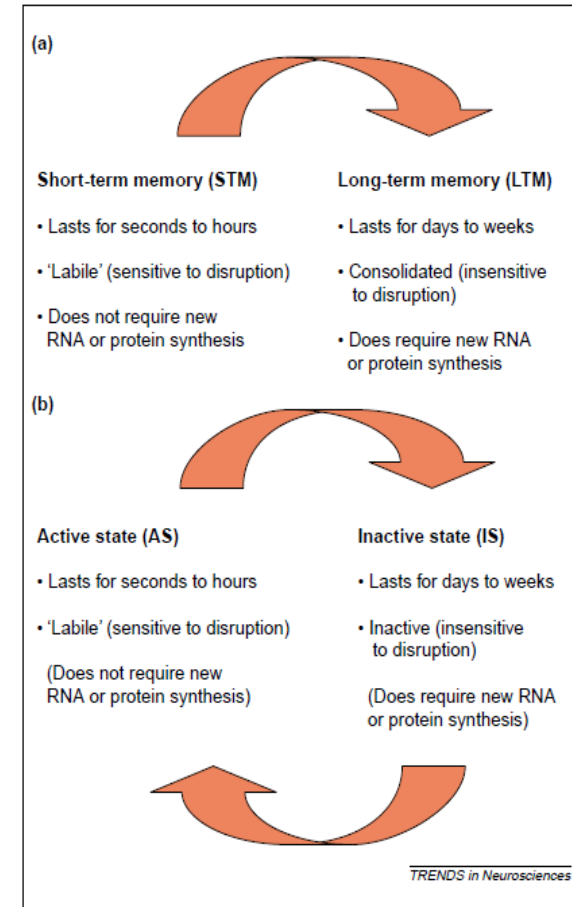


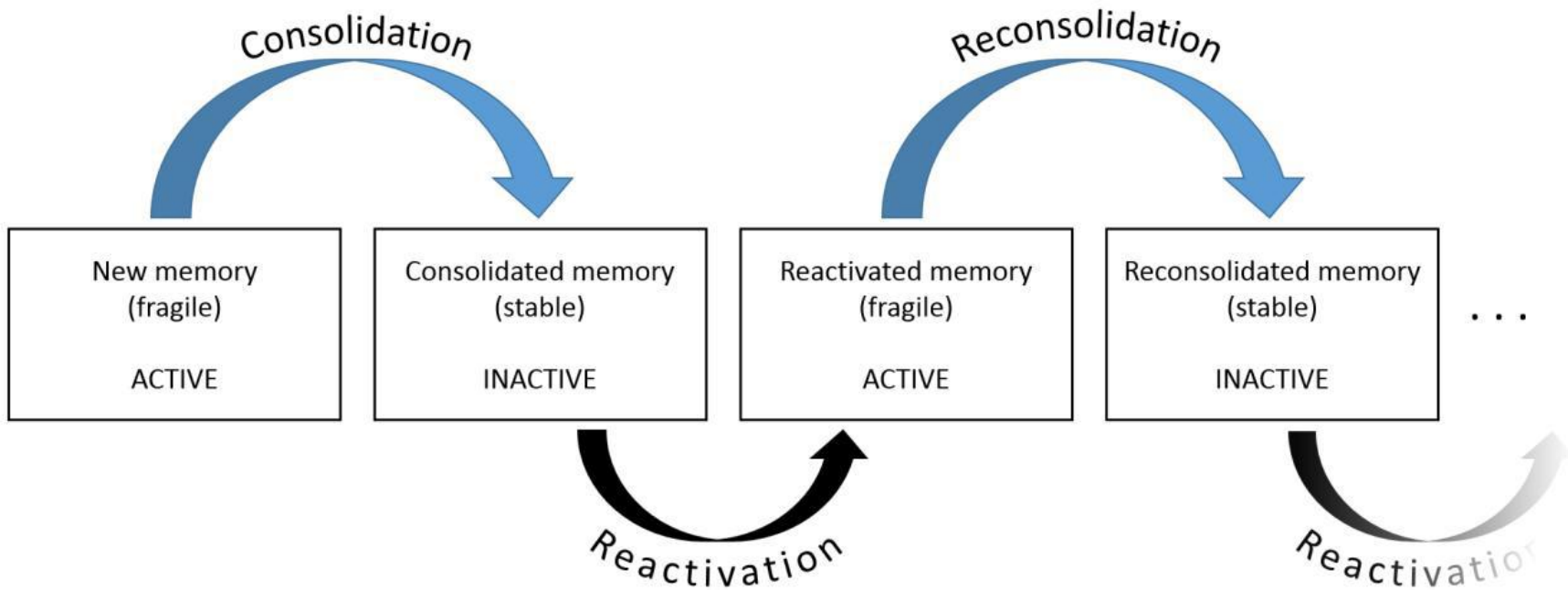
- DE!
- Lewis et al 1968:
 - Állatkísérlet. Kondicionálás. 24 órával később ECS (electroconvulsive shock)
 - Nincs hatás.
 - Ha **reaktiválták** az emléknymot a sokk előtt, romlott a memória-teljesítmény

- **Konszolidáció:** a kezdetben labilis emléknym stabilizálódásának folyamata
- A stabil emléknym ellenállóbb a különböző behatásokkal szemben (pl. interferencia)



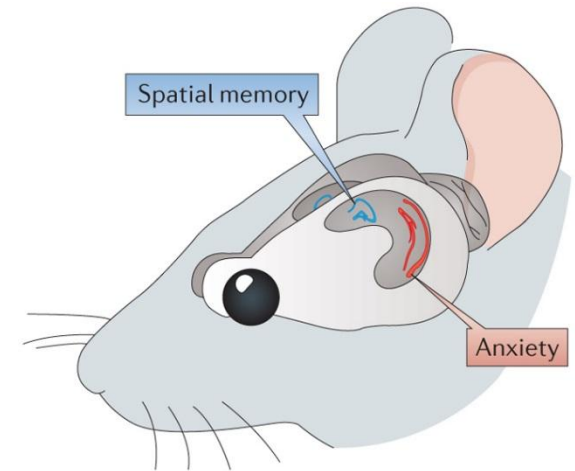
- **Konzolidáció:** a kezdetben labilis emléknym stabilizálódásának folyamata
- A stabil emléknym ellenállóbb a különböző behatásokkal szemben (pl. interferencia)
- A reaktiváció nyomán az emléknym ismét labilis állapotba kerül (formálható)!
- Újabb periódus szükséges, hogy a reaktivált emlék (re)stabilizálódjon: **rekonzolidáció**
- (for a review see Nader 2003; Sara 2000)





Alvás jótékony hatása az emlékezetre

- Hogyan? Miért?
- **Alvás alatti konszolidáció**
- Úttörő felfedezés
- Emlékek reaktivációja alvás alatt!
- e.g. Pavlides & Winson (1989)
- Patkányoknál hasonló hippocampus-aktivációs mintázat téri feladat és alvás alatt
- Spear & Gordon (1981): emlékek reaktivációja alvás alatt, ami lehetővé teszi az emlék „formálódását”

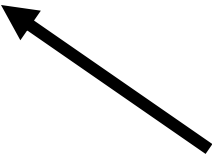


Nature Reviews | Neuroscience

- Stabilizálódás?
- Reaktiváció?

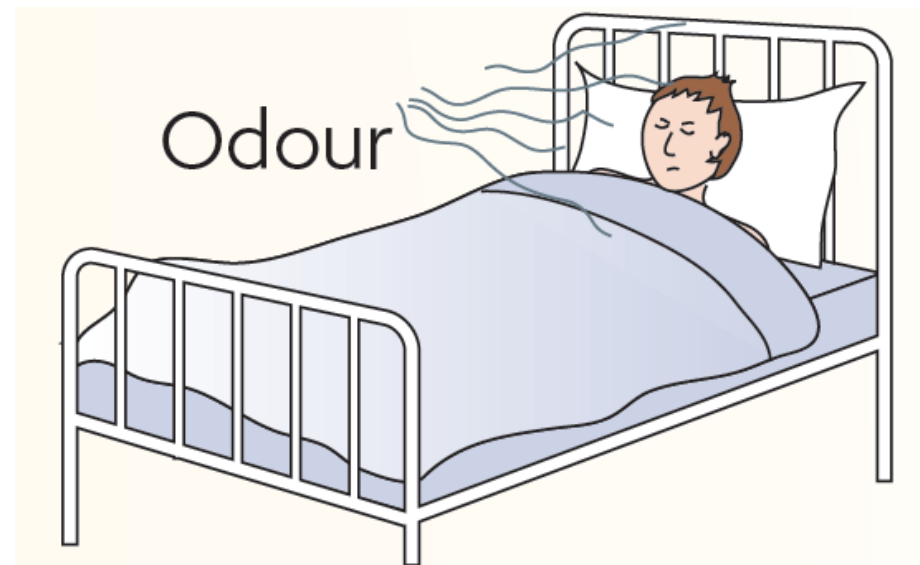
- Stabilizálódás?

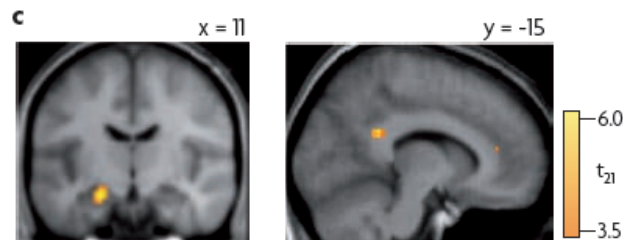
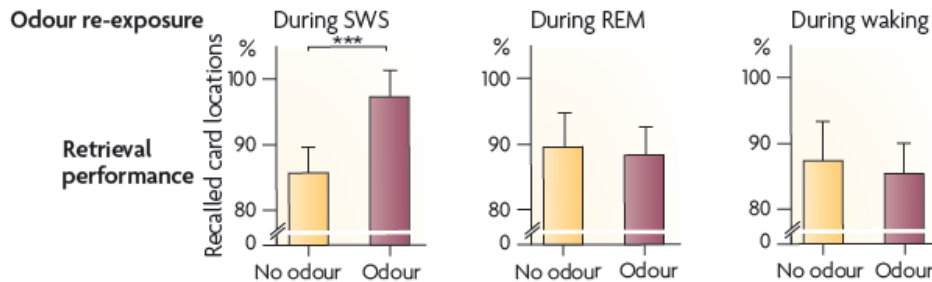
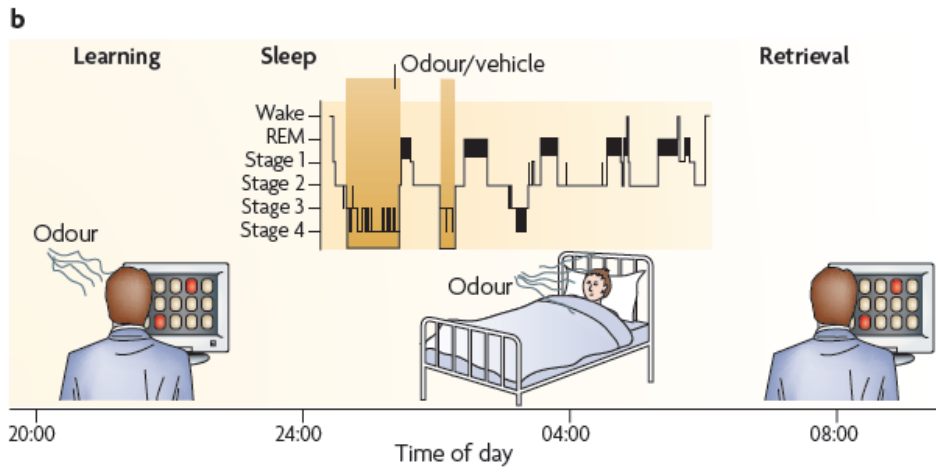
- Reaktiváció?



Ha formálható az emlék,
hozzá tud kapcsolódni pl.
más emléknymokhoz
(integráció)

- Emlék reaktivációjának előidézése
- A „cue-ing” technika
- Hívóinger prezentációja alvás alatt
- Pl. hangok, szagok ...



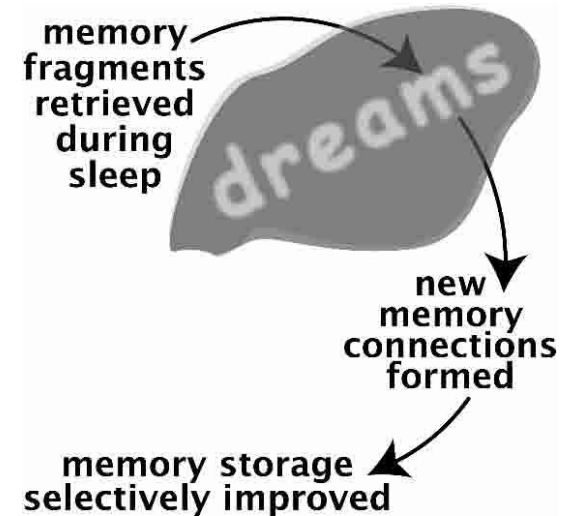


- (b) Tanulás: objektum-hely
- Tanulás alatt szaginger
- Alvás alatt: szaginger újra (emlék reaktiválása)
- **Teljesítményjavulás** a memóriafeladaton
- Csak akkor mutatkozott teljesítmény-javulás, ha **SWS** alatt reaktiválták az emléket (REM alatt nem)
- (c) Alvás alatti emlékreaktiválás során bal anterior hippocampalis és neokortikális aktiváció (pl. retrospenial cortex)

VISELKEDÉSES RELEVANCIA

- Fischer & Born 2009:
- Tanulás, két kondíció: (1) a résztvevők tudták, hogy **jutalmat** kapnak érte, ha másnap jól teljesítenek; (2) nincs jutalom
- Alvás után jobb volt a teljesítmény azokban a próbákban, amelyekről a személyek tudták, hogy a tesztelés alkalmával jutalom jár érte
- **Σ : Alvás nagyobb teljesítménynövelő hatással van azokra az emlékekre, amelyek viselkedéses szempontból **relevánsak****

Emlékek elosztott neokortikális reprezentációja: az emlék nem egy helyen reprezentálódik, hanem különböző kérgi területeken az egyes fragmentumok



Paller & Voss (2004)

- A hippocampus teremt kapcsolatot a különböző kérgi területek között (see e.g. Paller, 1997)
- Cross-corticalis konszolidációt követően nincs többé szükség a hippocampusra

- **Aktív rendszerkonszolidáció**

(for a review see e.g. Nader, 2003; Diekelmann & Born, 2010):

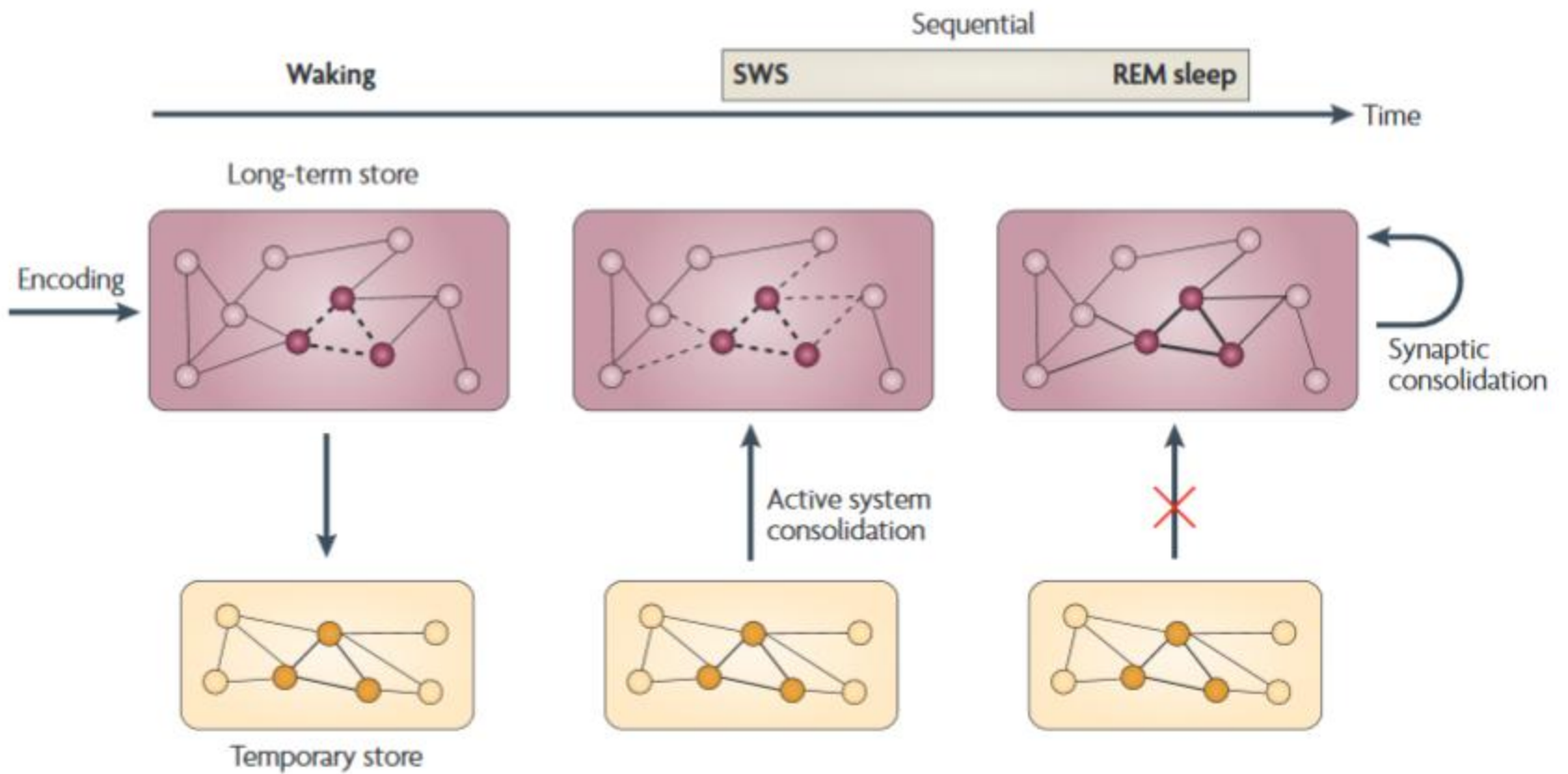
a hippocampusnak korlátozott szerepe van az emlékezésben.

- A rendszerkonszolidációt követően az emlék függetlenedik a hippocampustól (csak a kérgi területeken reprezentálódik).

- **???**

- Rendszerkonszolidáció alvás alatt?

- Alvás alatt új szinapszisok, valamint már létező szinapszisok megerősödése
- Hebb szabály: egyszerre aktív neuronok kapcsolatának megerősödése (emlékek reaktivációja alvás alatt!)
- Nem csak rendszerkonszolidáció!
- **Szinaptikus konszolidáció:** az emléknyomok nem csak rendszer-, hanem szinaptikus szinten is megerősödnek
- LTP!



Alvásszakaszok és emlékezés

- **SWS**

- Inkább deklaratív konszolidáció (?)
Inkább rendszerkonszolidáció (?)

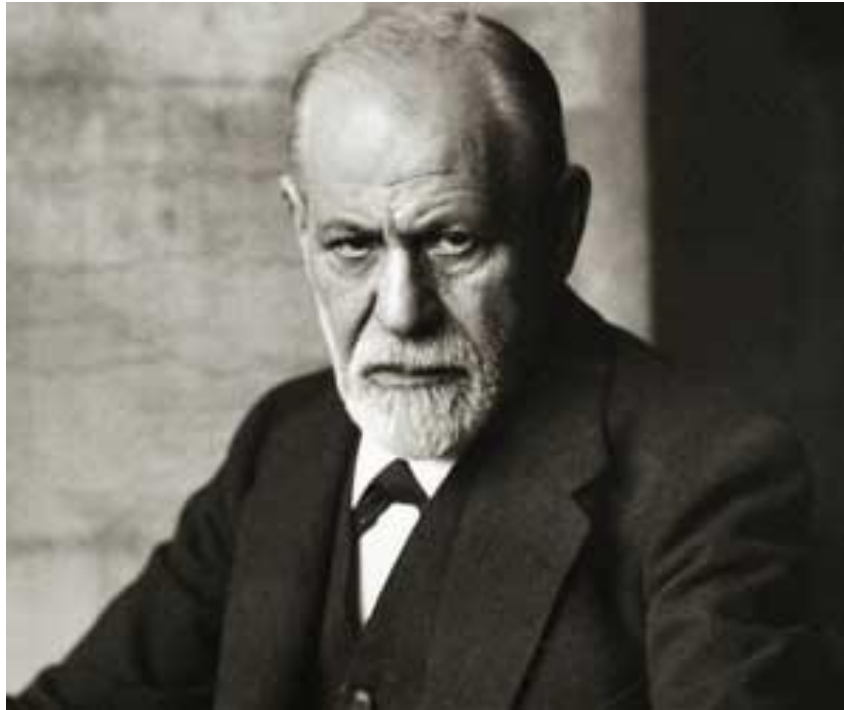
- **REM**

- Inkább non-deklaratív információ konszolidációja (?)
Inkább szinaptikus konszolidáció (?)

Álmok és emlékezet

Klasszikus freudi elképzelés az álmokról

*Álomfejtés: a **tudattalan** megismerése*



Sigmund Freud (1856-1939)

- *Sigmund Freud: Álomfejtés c. könyve*
(eredeti megjelenés: 1900)

- Az álmok értelmezhetőek
- Álom, mint vágyteljesítés
- Szimbólumok
- Abszurditás



Álmok és az emlékek reaktivációja

- Winson 1985:
- Az álom **nem random** agyi-aktivitásnak köszönhető, hanem a memória-működéshez köthető.
- Álom: adaptív, előnyös folyamat eredménye. Alvás alatt az új emlékek megszilárdulnak, integrálódnak a korábbi emlékek közé.
- Alvás alatt elérhetőek a friss és a régi események emlékei, amelyek között új kapcsolatok jöhetnek létre és szilárdulhatnak meg.

Az alvás fázisai és az álmok

(for a review see e.g. Payne & Nadel 2004)

- **REM:**

- Ritkán jelennek meg igazi epizodikus emlékezeti tartalmak (Baylor & Cavallero 2001)
- Fragmentumok (Schwartz 2003)
- Gyakran bizarr tartalmak (Stickgold et al 2001)
- Pl. téri és idői szabályok semmibe vétele
(„*átmenni a falon*”)

- **NREM:**

- Igazi epizodikus emlékek jelennek meg az álom tartalmában (Baylor & Cavallero 2001)
- Főleg friss emlékek, de néha régi emlékek is

AZ ÁLOM TARTALMA

- **Cartwright (1990; 2004):**
Életviteli problémával küzdő (elvált) személyek álmai elsősorban a megküzdésre vonatkoztak (friss események, **relevancia**)
- **Paller & Voss:**
Az álom narratívája csak egy „**melléktermék**”.
A történet „csak” azért születik, mert különböző fragmentumok között kapcsolat alakul ki.
- Alátámasztás: sokkal inkább a friss emlékek apró részletei épülnek be az álmokba és nem teljes önéletrajzi események (Fosse et al., 2003)
- Miért nem emlékszünk egyes álmokra? Mi az erősebb emléknym? Az eredeti esemény vagy az álom?

Napszak hatása az emlékezetre

(„Time-of-Day effect”)

A téma vizsgálatának jelentősége:

Pl. oktatásmódszertan

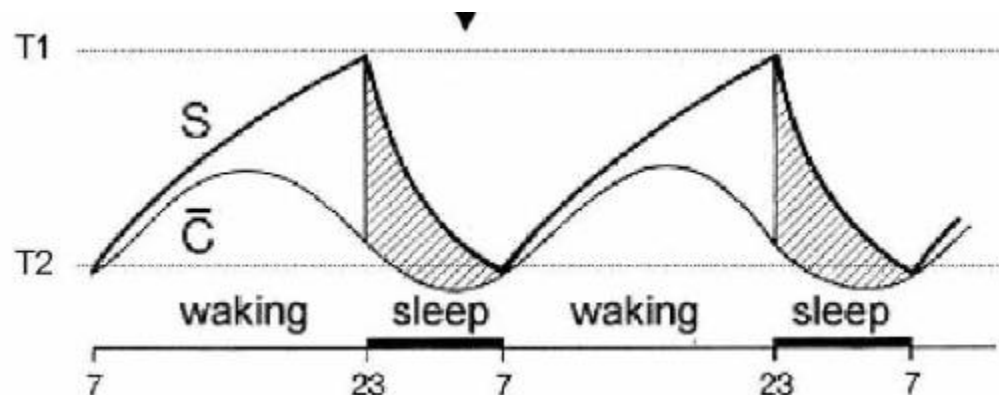
- **Mikor érdemes tanulni?**
(emlékezeti kódolás és megtartás/konzolidáció)
- **Mikor érdemes pl dolgozatot írni?**
(emlékezeti előhívás)

Pl. kutatómódszertan:

- **Mikor kísérletezzünk?**

Az alvás homeosztatikus és cirkadián szabályozása

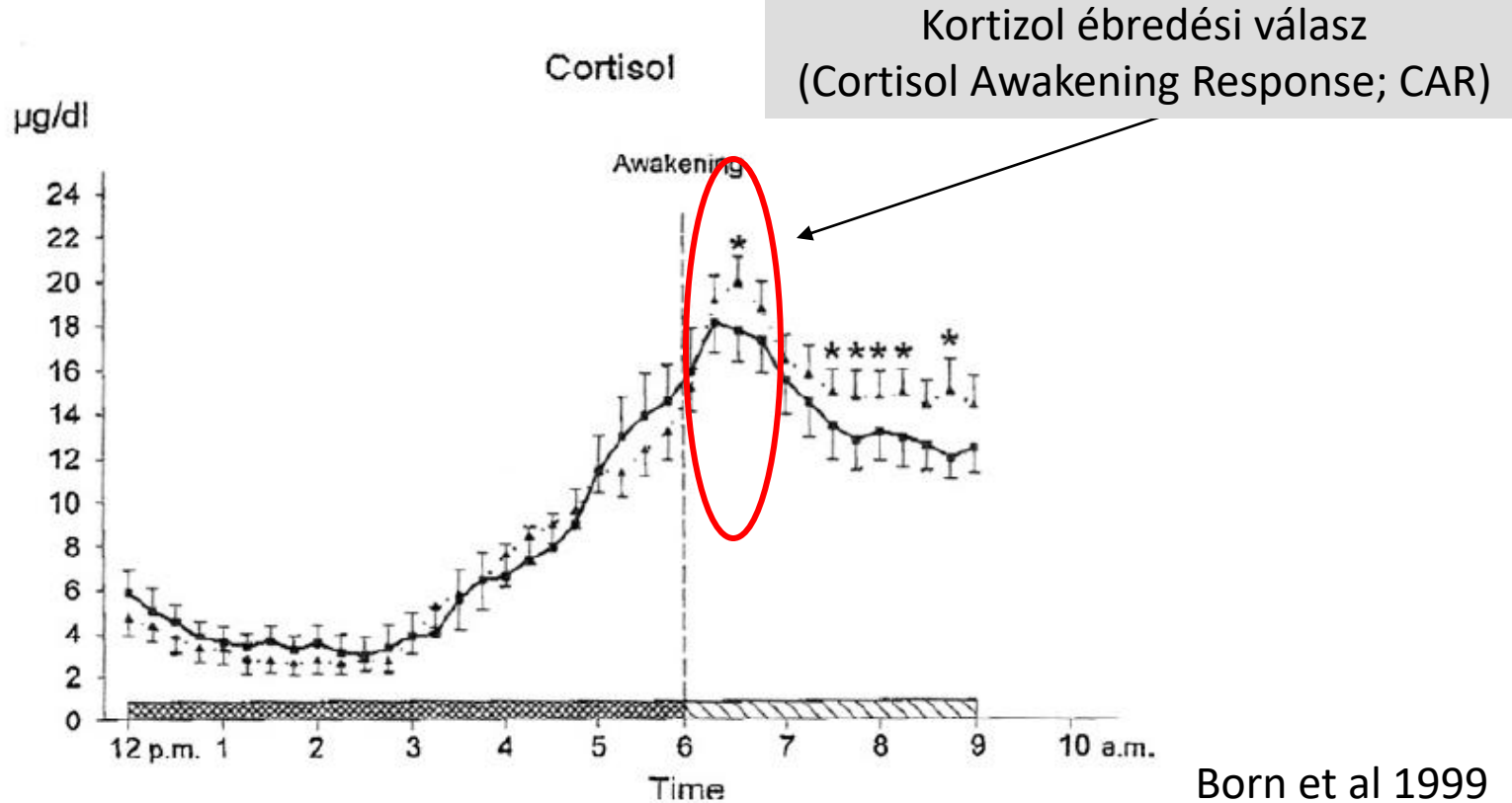
- Homeosztatikus „alvásnyomás” („S”)
 - Az ébren töltött idővel fokozódik
 - Alvás során csökken
- Cirkadián pacemaker („C”)
 - Kb. 24 óra
 - „Mint egy óra”
 - Független attól, hogy a személy ébren van-e vagy alszik



Cirkadián ritmus

- Körülbelül 24 órás periódust felölelő ciklus (hosszabb?)
- Szabályozása:
 - **Belső „rendszer”**
a melatonin és testhőmérséklet szerepe
 - **Külső tényezők („Zeitgeberek”)**
pl. napfény, külső hőmérséklet, szociális tényezők (!)

A kortizol cirkadián kör



Kortizol és memória kapcsolata

Kortizol ébredési hatás

MIÉRT???

Kortizol ébredési hatás: MIÉRT??!

- **Anticipációs hipotézis (ld pl Fries et al, 2009):**
- Kortizol magas szintje együtt jár a prospektív emlékezeti reprezentációk aktivációjával
- és a retrospektív emlékezeti reprezentációk gátlásával

A hipotézis alátámasztása

- CAR csak akkor van, amikor valaki reggel felébred, és utána jön a napi rutin
- Nincs CAR, ha az éjszaka közepén ébresztenek fel valakit
(Dettenborn et al 2007)
- Nincs CAR rövid napközbeni alvás után
(Federenko et al 2004)
- CAR csak munkanapokon van, hétvégén nincs
(pl. Schlotz et al 2004)
- Rohleder et al 2007: „competitive ballroom dance tournament” – a verseny napján magasabb volt a CAR (többi napon normális).

Közvetlen(ebb) bizonyíték

(Bäumler et al 2014)

- Gyerekek prospektív memória teljesítményének vizsgálata (n = 97, kor: 37-87 hó)
- Kortizol mérés:
közvetlenül ébredéskor + 30 perccel később (3 napon át)
- Eredmények:
minél nagyobb a CAR, annál jobb a prospektív memória feladaton nyújtott teljesítmény

CAR és retrospektív memória:

- **Almela et al (2012)**

Azoknál a személyeknél (idősek), akiknél volt CAR két egymást követő napon, a nagyobb CAR együtt járt a rosszabb deklaratív memória-teljesítménnyel

Korai tanulmányok – napszak & emlékezet

(Folkard & Monk, 1978; 1979)

- Szólisták vagy történetek tanulása
- Azonnali előhívás vagy késleltetést (20 perc/1 hét) követő előhívás
- Szabad felidézés

(Folkard & Monk, 1978; 1979)

AZONNALI ELŐHÍVÁS:

Ha tanulás/felidézés **reggel** történik, **jobb** a teljesítmény, mint ha a tanulás/előhívás este történik

RÖVID KÉSLELTETÉS (20 PERC) A TANULÁS ÉS ELŐHÍVÁS KÖZÖTT

Nincs eltérés aközött, ha a tanulás/felidézés reggel történik vagy ha este

HOSSZABB KÉSLELTETÉS (1 HÉT) A TANULÁS ÉS ELŐHÍVÁS KÖZÖTT

Ha **este** történik a tanulás, **jobb** a későbbi emlékezeti teljesítmény, mint ha a tanulás reggel történik

DE! Kritika:

- Kísérleti személyek életkora: ~20-60 év
- Későbbi tanulmányok (pl. Hasher-lab):
- **Cirkadián-preferencia**
- Reggeli- és esti típus
 - Fiatalok nagy része esti típusú („*baglyok*”)
 - Idősek nagy része reggeli típusú („*pacsirták*”)

Kronotípus meghatározása

Leggyakrabban használt kérdőívek:

- Morningness-Eveningness Questionnaire
(MEQ; Horne & Östberg, 1976)
- Munich Chronotype Questionnaire
(MCTQ; Roenneberg et al, 2003)

DISTRIBUTION OF MORNINGNESS-EVENINGNESS SCORES AMONG YOUNG AND OLDER SUBJECTS

Group	Morningness-eveningness type				
	Definitely evening (16–30)	Moderately evening (31–41)	Neutral (42–58)	Moderately morning (59–69)	Definitely morning (70–86)
Young (<i>n</i> = 125):					
Number	26	54	40	4	1
Percentage	21	43	32	3	1
Old (<i>n</i> = 88):					
Number	0	0	3	57	28
Percentage	0	0	3	65	32

Yoon (1999)

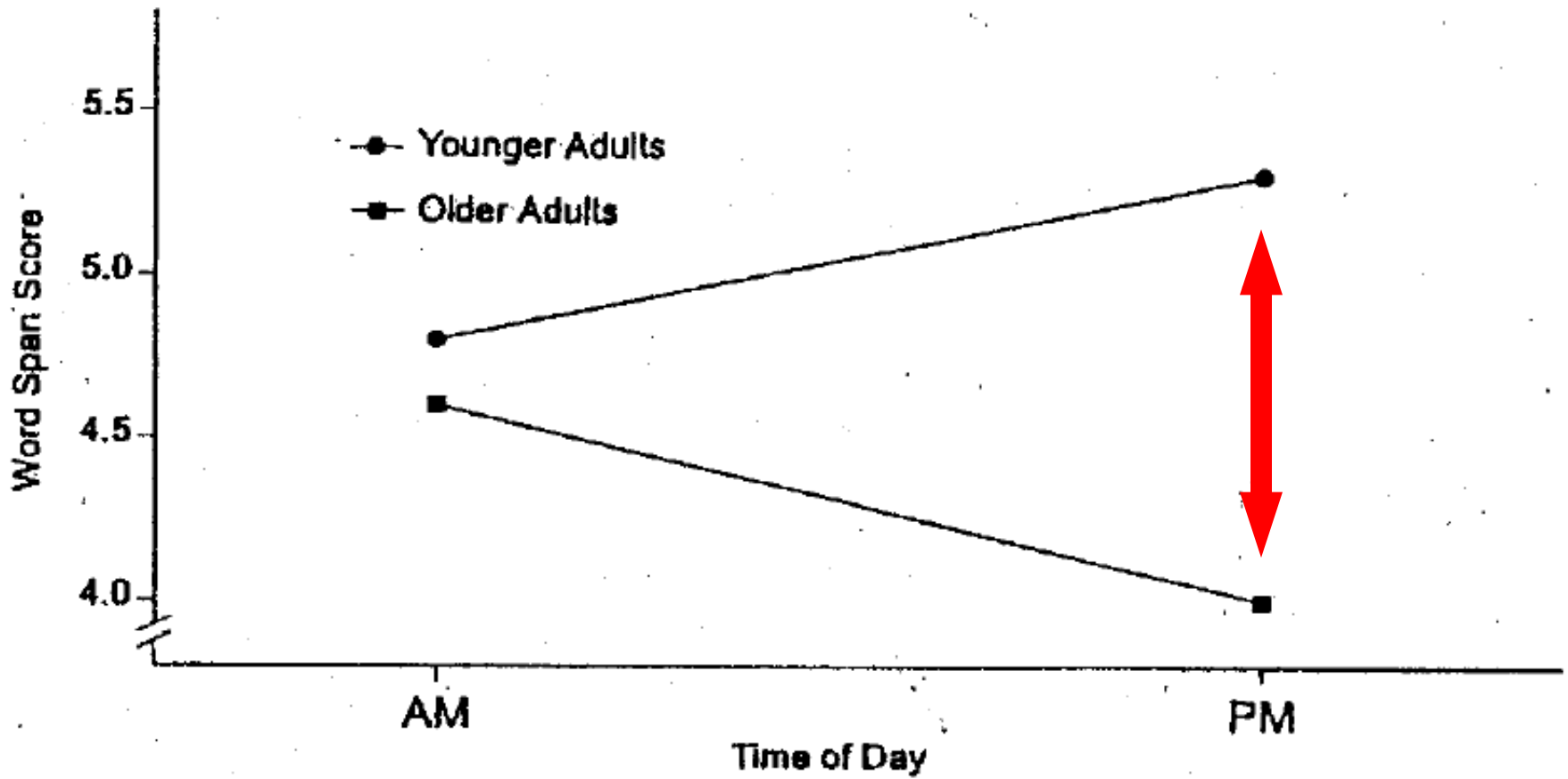
Kronotípust meghatározza

Éltkorfüggő váltás kb. 50 éves kor körül
(ld pl Adan & Almirall 1990; Yoon 1999)

- **Genetika**
- **Külső tényezők:**
 - Szociális faktorok:
mikor kell munkába indulni, étkezések időpontja stb
 - Megvilágítás
 - Stb

Neutrálisok „ritmusát” főleg a külső tényezők határozzák meg

Cirkadián-preferencia hatása az emlékezeti teljesítményre



May et al. hiv. Yoon et al. (1999)

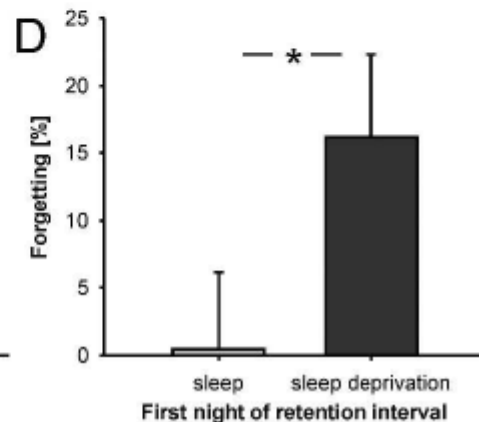
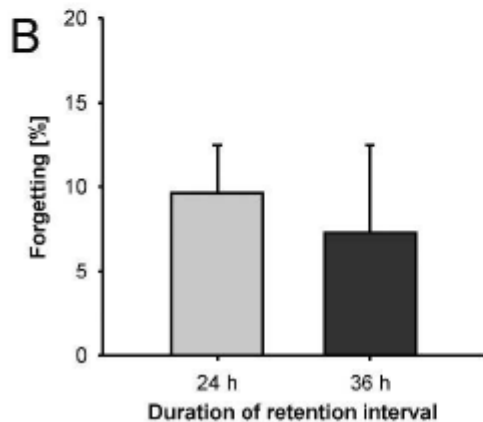
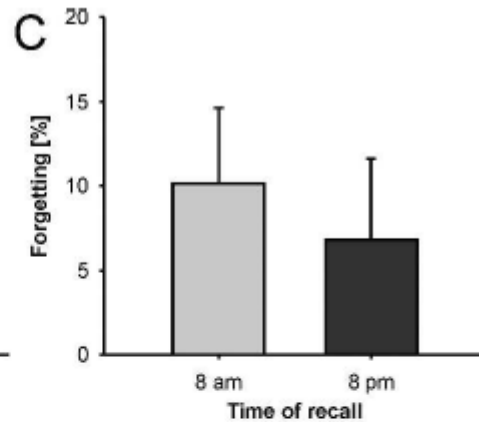
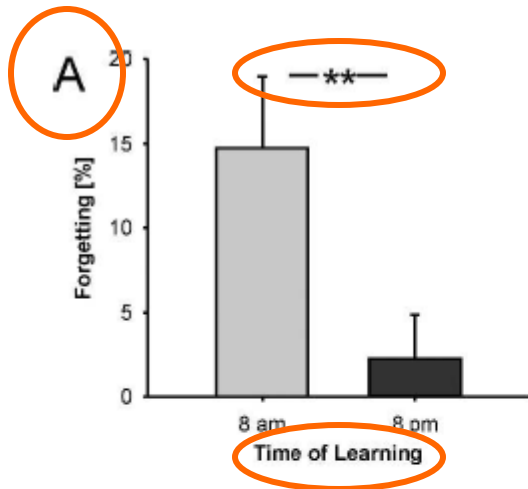
Napszak és emlékezés: azonnali előhívás és előhívás rövid késleltetést követően

- Hasher et al. (2001):
- Szólisták tanulása, 10 perc késleltetés
- Fiatalok teljesítménye jobb délután, mint reggel
- Idősek teljesítménye jobb reggel, mint délután
- **Szinkronitás hatás:** teljesítmény optimális szintje a nap preferált időszakában
- (gyerekek jórészt szintén reggeli típusúak)
- Azonnali felidézésre hasonló eredmények (e.g. Petros et al., 1990)

- DE!
- Mire van hatással a napszak?
- Tanulás és/vagy előhívás?

Hosszú-távú megtartás

- **Hogyan hat a napszak a kódolás és az előhívás időpontjára?**
 - Mather & Knight (2005): előhívás időpontjának hatása a hosszú-távú emlékezeti teljesítményre
 - Fiatalok este, idősek reggel teljesítettek jobban
- **DE! Ellentétes eredmények!**
- Legtöbb tanulmány szerint az előhívás időpontjának nincs hatása, csak a tanulásnak (e.g. Barbosa & Albuquerque, 2008; Gais et al., 2006; see also Folkard & Monk, 1978).

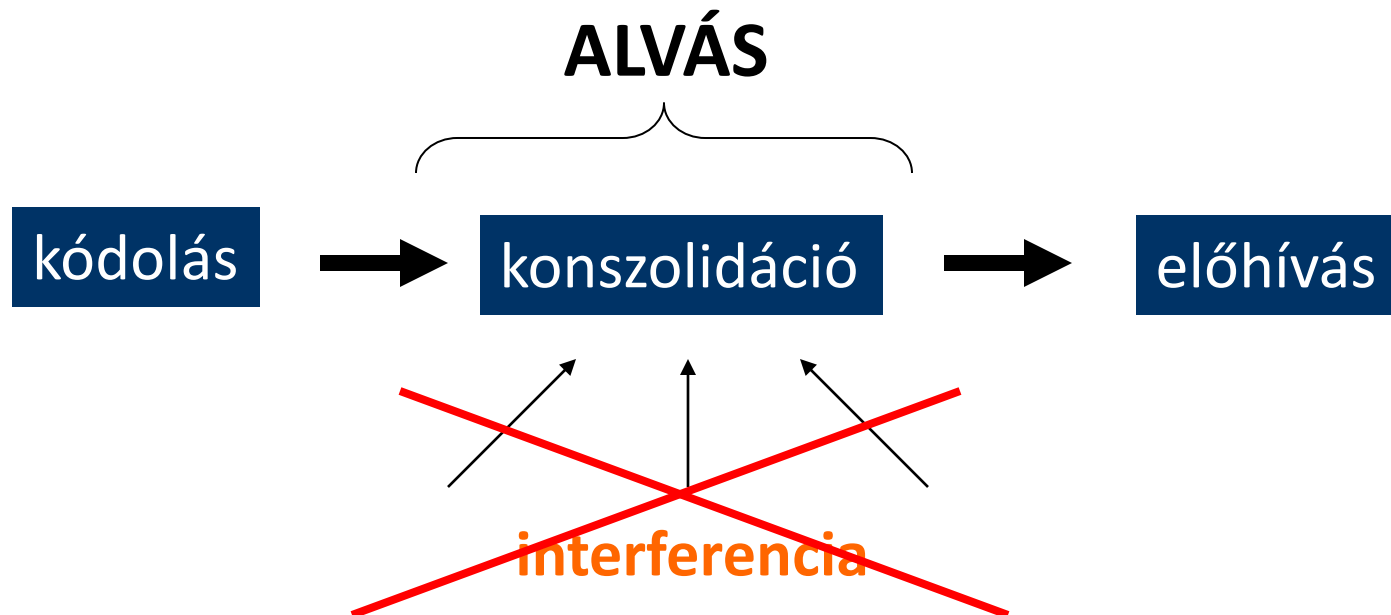


- Gais et al. (2006)
- Csak a tanulás időpontjának van hatása a hosszú távú megtartásra („A”)
- Ha a tanulást alvás követi, jobb a későbbi emlékezeti teljesítmény, mint ha a tanulást nem követi alvás (Gais et al., 2006).

- Alvás jótékony hatása az emlékezeti konszolidációra
- **Miért?**
- Egy elképzelés (ld pl Wixted 2004; 2005):
Alvás alatt nincsenek „zavaró” (interferáló) események.



- Alvás jótékony hatása az emlékezeti konszolidációra
- **Miért?**
- Egy elképzelés (ld pl Wixted 2004; 2005):
Alvás alatt nincsenek „zavaró” (interferáló) események.



Minél kevesebb idő telik el a tanulás és az alvás között, annál nagyobb az alvás teljesítmény-növelő hatása

(e.g. Gais et al., 2006; Talamini et al., 2008)

Interferencia

- Hasonló emléknymok tárolása rontja az előhívási teljesítményt
- Egy hívóinger több célingerhez is hozzákapcsolódik
- Versengési hipotézis (Anderson et al 1994)

Egy klasszikus paradigma: AB-AD

(Calkins 1984)

Tanulás (AB lista):

TÉRKÉP – LEVES

GYUFA – KERÉK

VÁSZON – CSILLAG

LÁMPA – BOKOR

Tanulás (AD lista):

TÉRKÉP – KÖTSZER

GYUFA – PUSKA

VÁSZON – VONAT

LÁMPA – FOTEL

Előhívás:

TÉRKÉP – ???

GYUFA – ???

VÁSZON – ???

LÁMPA – ???

Interferencia fajtái

- **Proaktív interferencia**

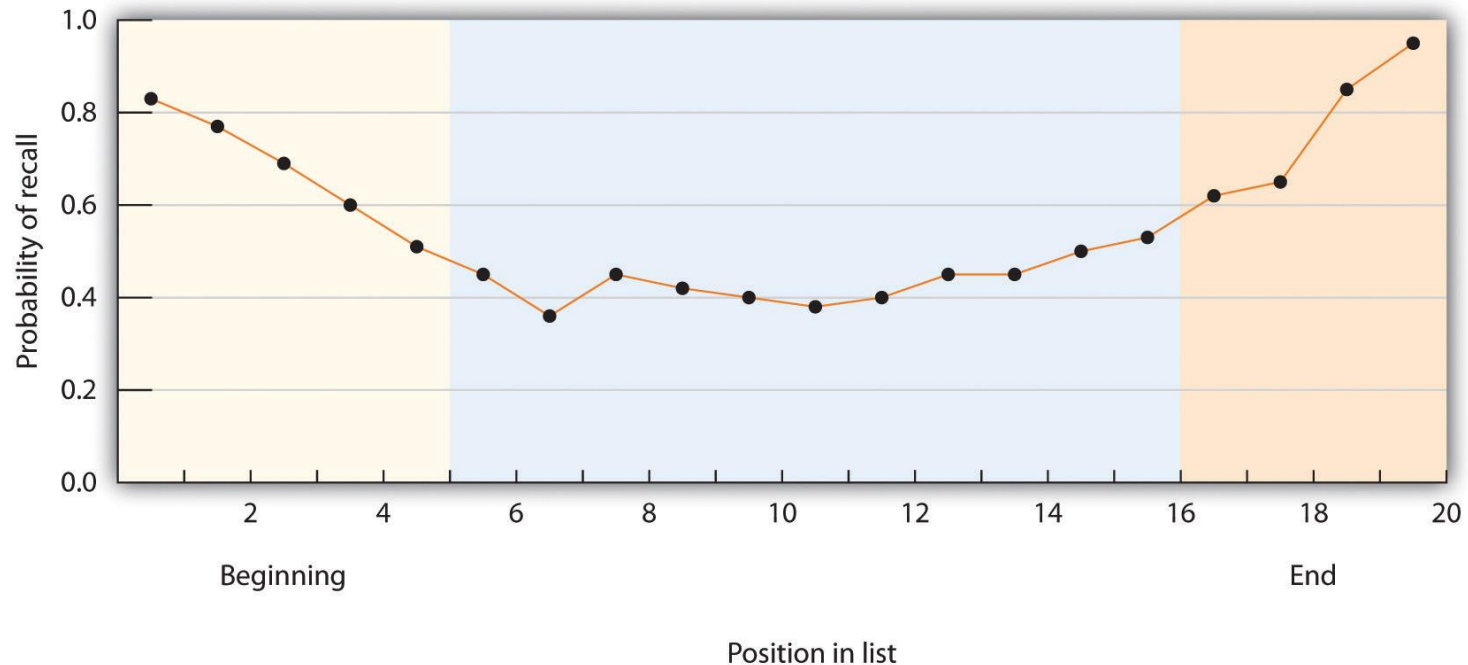
korábbi anyag zavarja az új információ elsajátítását (pl. új telefonszám, új PIN kód stb)

- **Retroaktív interferencia**

új anyag zavarja a korábban tanult anyag előhívását (pl. olaszul a *caldo* szó meleget jelent)

Szeriális pozícióhatás

- Szeriális pozíció: az elem bemutatásának pozíciója
- **Primácia hatás:** az első pár elemre jobban emlékszünk
- **Recencia hatás:** az utolsó pár elemre jobban emlékszünk



Primácia és recencia hatás: miért?!

- **Primácia:**

- *Nincs proaktív interferencia*
- A sorozat első pár eleme már a hosszú-távú tárba került
- Nagyobb kapacitás az első pár elem feldolgozására, ismételtetésére stb.

- **Recencia:**

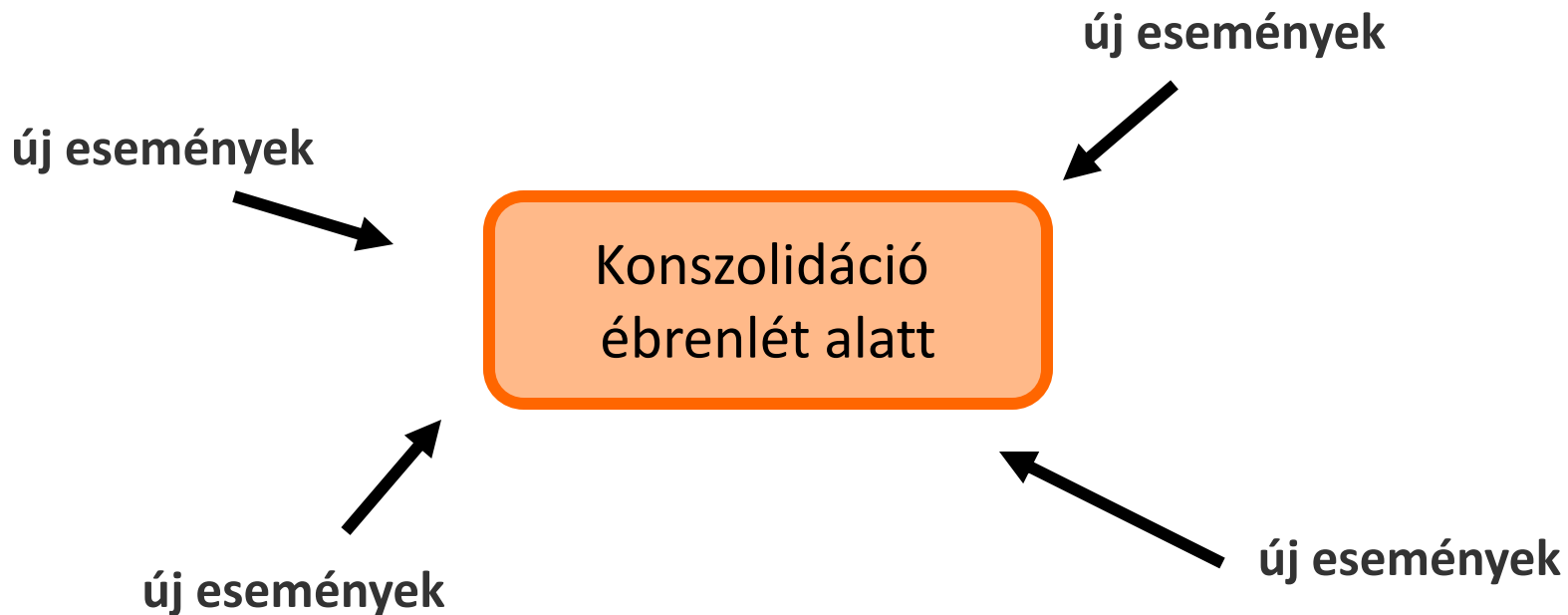
- *Nincs retroaktív interferencia*
- A sorozat utolsó elemei még a rövid-távú tárban vannak stb.

- Az alvás aktív szerepe:
 emlékek megszilárdulása & kvalitatív változások
- Az alvás passzív szerepe:
 interferencia elkerülése

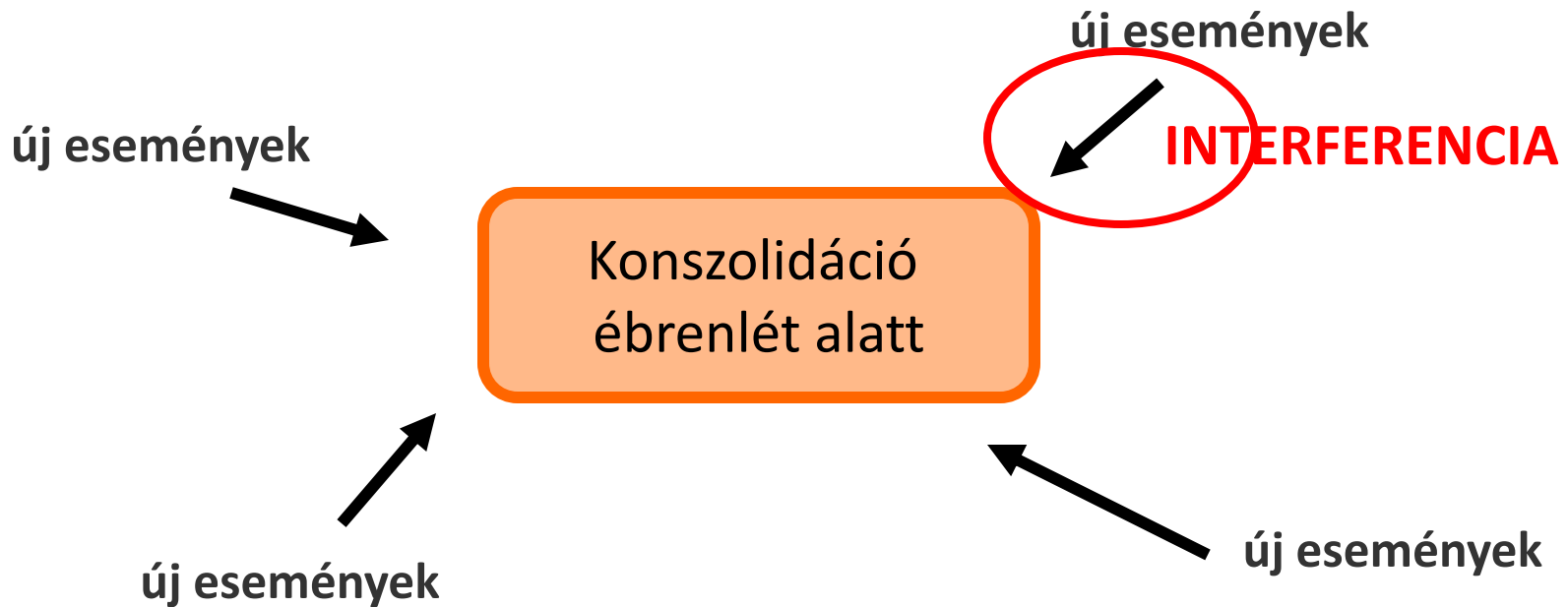
- Az alvás aktív szerepe:
emlékek megszilárdulása & kvalitatív változások
- Az alvás passzív szerepe:
interferencia elkerülése

Konszolidáció
ébredés alatt

- Az alvás aktív szerepe:
emlékek megszilárdulása & kvalitatív változások
- Az alvás passzív szerepe:
interferencia elkerülése



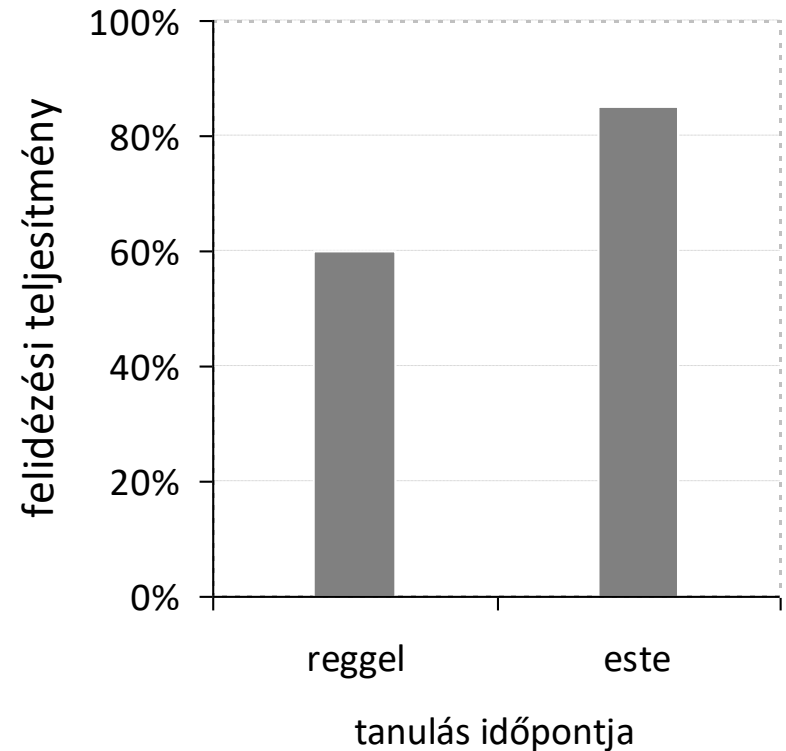
- Az alvás aktív szerepe:
emlékek megszilárdulása & kvalitatív változások
- Az alvás passzív szerepe:
interferencia elkerülése



Egy fiktív kísérleti eredmény

Mivel magyarázhatóak az eredmények?!

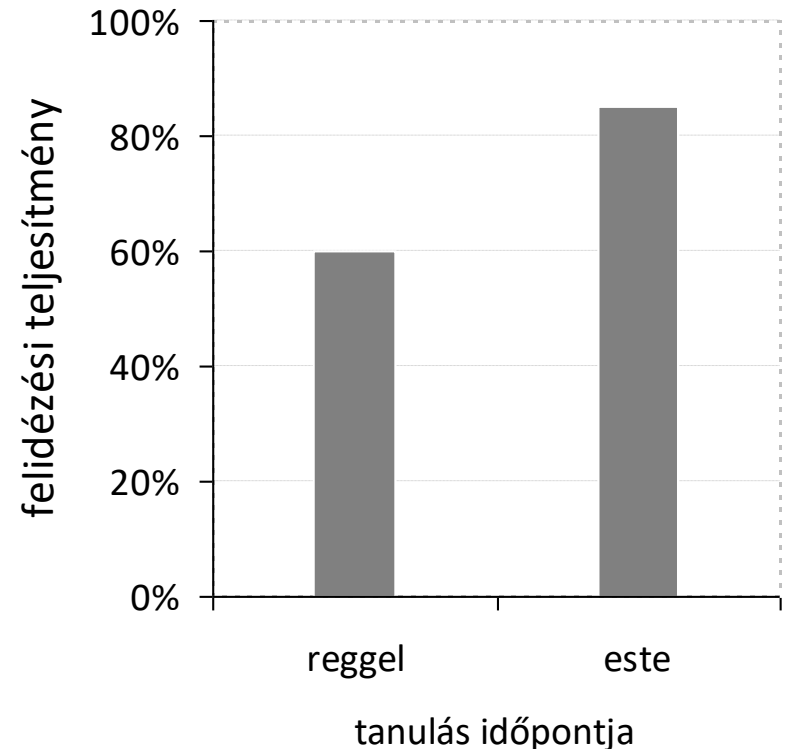
- Tanulás – 2 csoport:
 - Reggel
 - Este
- Egy hét késleltetés
- Előhívás – este



Egy fiktív kísérleti eredmény

Mivel magyarázhatóak az eredmények?!

- Tanulás – 2 csoport:
 - Reggel
 - Este
- Egy hét késleltetés
- Előhívás – este
- Egy fontos tényező:
- napszak, mint kontextus
- Kontextusfüggő emlékezet



Alvás és konszolidáció, elképzelések

(ld pl Ellenbogen et al 2006)

- Az alvás **aktív** szerepe

Kvalitatív változások a reprezentációban (pl Ellenbogen et al 2007; Pilhal & Born; 1997; Wagner et al 2004)

- Az alvás **passzív** szerepe (interferencia-rezisztencia, ld pl Wixted 2004, 2005)

ÖSSZEFOGLALÁS - *tanulságok*

- Tanulás után (előhívás előtt) érdemes aludni: már rövid alvás is pozitív hatással bírhat az emlékezeti megtartásra.
(e.g. Lahl et al 2008)
- Minél rövidebb a tanulás és elalvás között eltelt idő, annál jobb lesz az emlékezeti teljesítmény.
(e.g. Gais et al., 2006; Talamini et al., 2008)
- Fiatalok délután és este hatékonyabban tanulnak, az előhívásra kevésbé hat a napszak.
(e.g. Barbosa & Albuquerque, 2008; Gais et al., 2006)
- stb stb stb

Köszönöm a figyelmet!

