

# **Ľudské vedomie a celková anestézia**

## ***Human consciousness and general anaesthesia***

***Prof. MUDr. B. Sániová, PhD.,***

**Klinika anestéziológie a intenzívnej medicíny JLFUK  
a Univerzitná nemocnica Martin.**

**Martin, 22.9.2010**

# Počet anestézií v SR a ČR

**SR 315. 353 (2008)**

**5, 4 mil /315.353 =**

**17.123668**

**ČR 837. 920 (2008)**

**10,467.542 mil. /837.920 =**

**12.492293**





**Anestézia je jedným z najväčších objavov medicíny.**

# Stručný historický vývoj



Pojem **anestézia** predstavil v roku 1846 *Oliver Wendell Holmes*, profesor z Lekárskej fakulty v Harvarde.

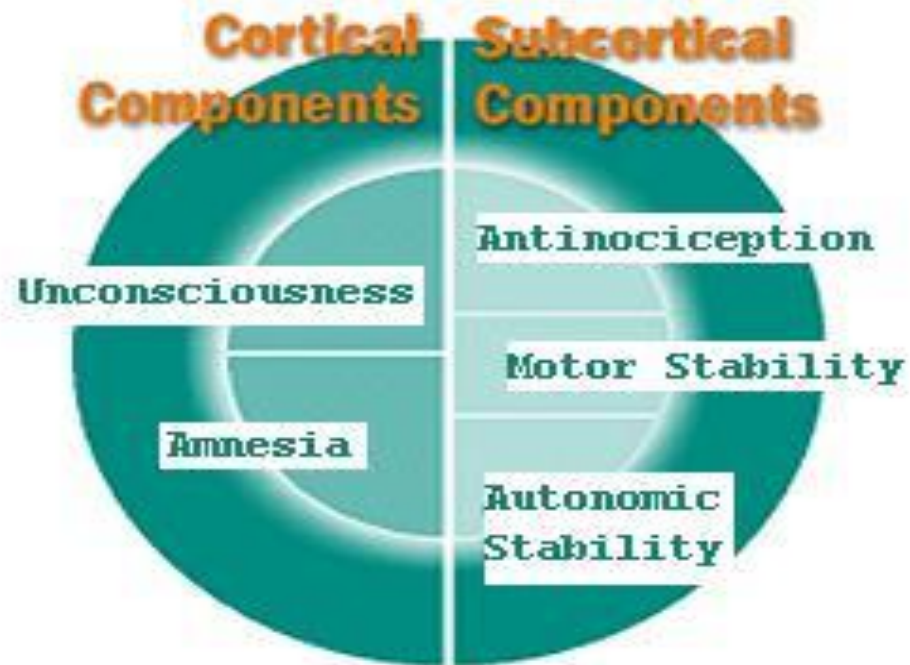
❖ Slovo **anestézia** je gréckeho pôvodu - „**an aisthetos**“ - a znamená „**nevnímanie**“. Týmto názvom vystihol Holmes stav anestézie presnejšie ako v Európe používaný termín **narkóza**, vyjadrujúci stav spánku a bezvedomia, spojených s potlačením reflexných odpovedí na bolesť.

# Celková anestézia



- ❖ Celková anestézia je stav **riadeného bezvedomia** (nevedomia) podobný pokojnému spánku.
- ❖ Ide o vyradenie akéhokoľvek senzitívneho a menovite nociceptívneho (bolestivej skúsenosti) vnímania s vyradením vedomia.  
V podstate sa jedná o iatrogénne riadené a reverzibilné bezvedomie (nevedomie?).

# General anaesthesia



# Celkové anestetiká



pôsobia na **materiálnu podstatu**, ale aj na **nemateriálny produkt** tejto podstaty (program, funkciu), ktorý je **vyjadrený psychickými funkciami**:

- **vedomie**
- **pamäť**
- **emócie**
- **osobnosť**
- **motivácia**
- **behaviorálne prejavy, myslenie, tvorivosť a iné.**



# Kognitívne dysfunkcie

V súčasnosti sa kognitívne dysfunkcie, t.j. poruchy pamäti, pozornosti, exekutívnych funkcií a myslenia považujú za integrálny rys nie len schizofrénie, demencie, ale aj niektorých **stavov spojených s celkovou alebo regionálnou anestéziou.**



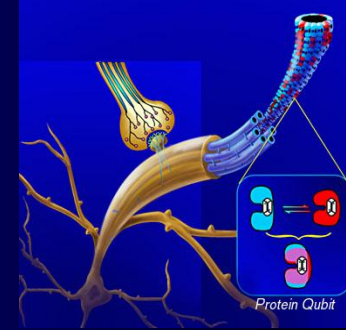


**Strata vedomia je základný  
komponent celkovej anestézie.**

**ĽUDSKÉ VEDOMIE**

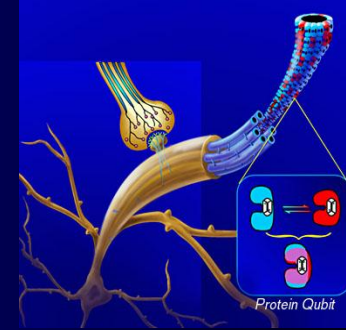


# Vedomie



- Základ podstatného mena „**vedomie**“ pochádza z latinského slova „**con**“ (with) a „**scire**“ (to know).
- Crick and Koch (1998) predpokladajú, že všetky rozličné aspekty **vedomia** (bolest', videnie, myslenie, city, sebauvedomovanie) **produkujú základné spoločné mechanizmy vedomia.**

# Vedomie

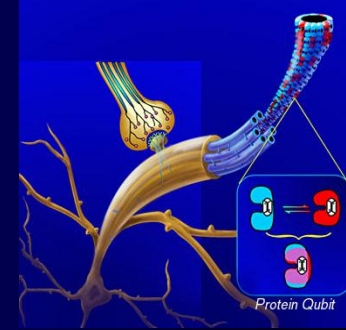


❖ **Vedomie** je stav, v ktorom prebiehajú psychické funkcie - spracovania, ktoré si jedinec uvedomuje a je schopný ich vzťahovať k svojmu "ja".

Je to jednak uvedomovanie si seba samého, jednak bdelosť - stav centrálnej nervovej sústavy schopnej reagovať na podnety.

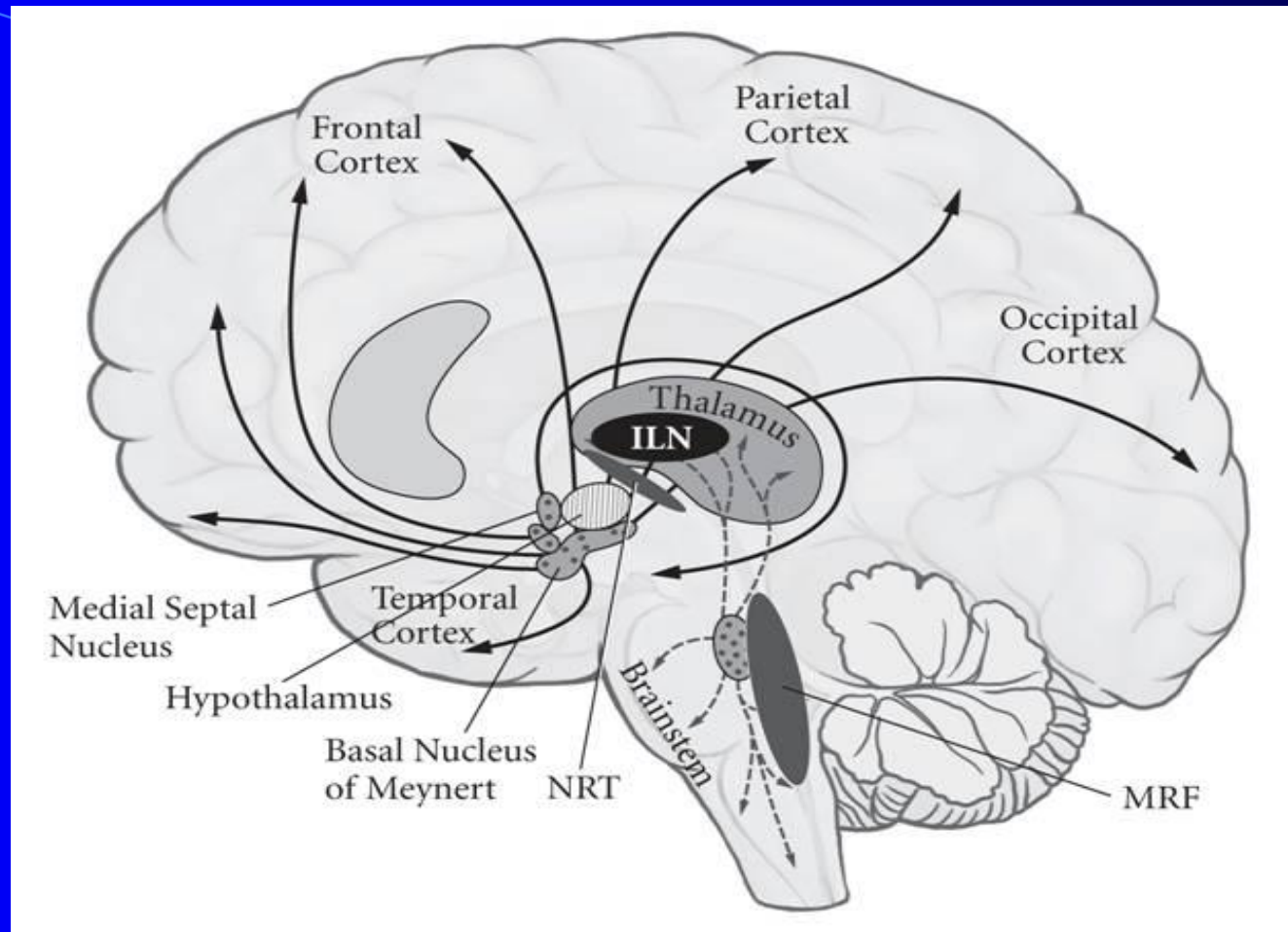
# **Neuroanatomické štruktúry vedomia**

# Globálny pracovný priestor vedomia



- Teoreticky povedané, vedomie môže vznikať– **kortiko-kortikálne a v talamokortikálnych siet'ach**, ale môže vznikať v lokalizovanejších a menovite oddelených oblastiach, napríklad **vedomé vnímanie** prevládajúcich farieb pri západe slnka (area V4), **hlboké emocionálne pocity** (mozgový kmeň, limbický systém, orbito-frontálny neokortex).

# **Vedomie a jeho anatomické štruktúry – vedomie môže vznikáť kortiko-kortikálne a v talamokortikálnych sieťach.**

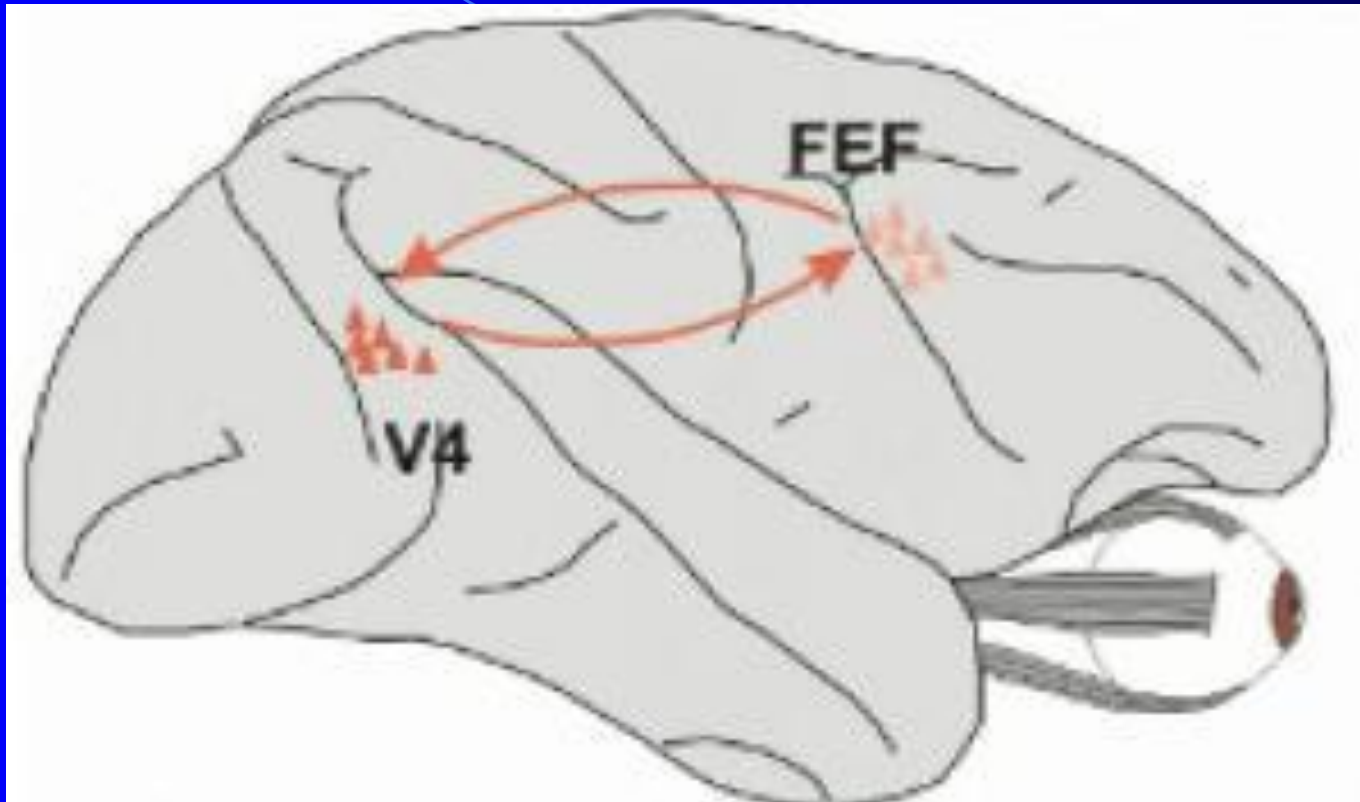


**Vedomie** môže vznikáť v lokalizovanejších a menovite oddelených oblastiach, napríklad **vedomé vnímanie** prevládajúcich farieb pri západe slnka (area V4)

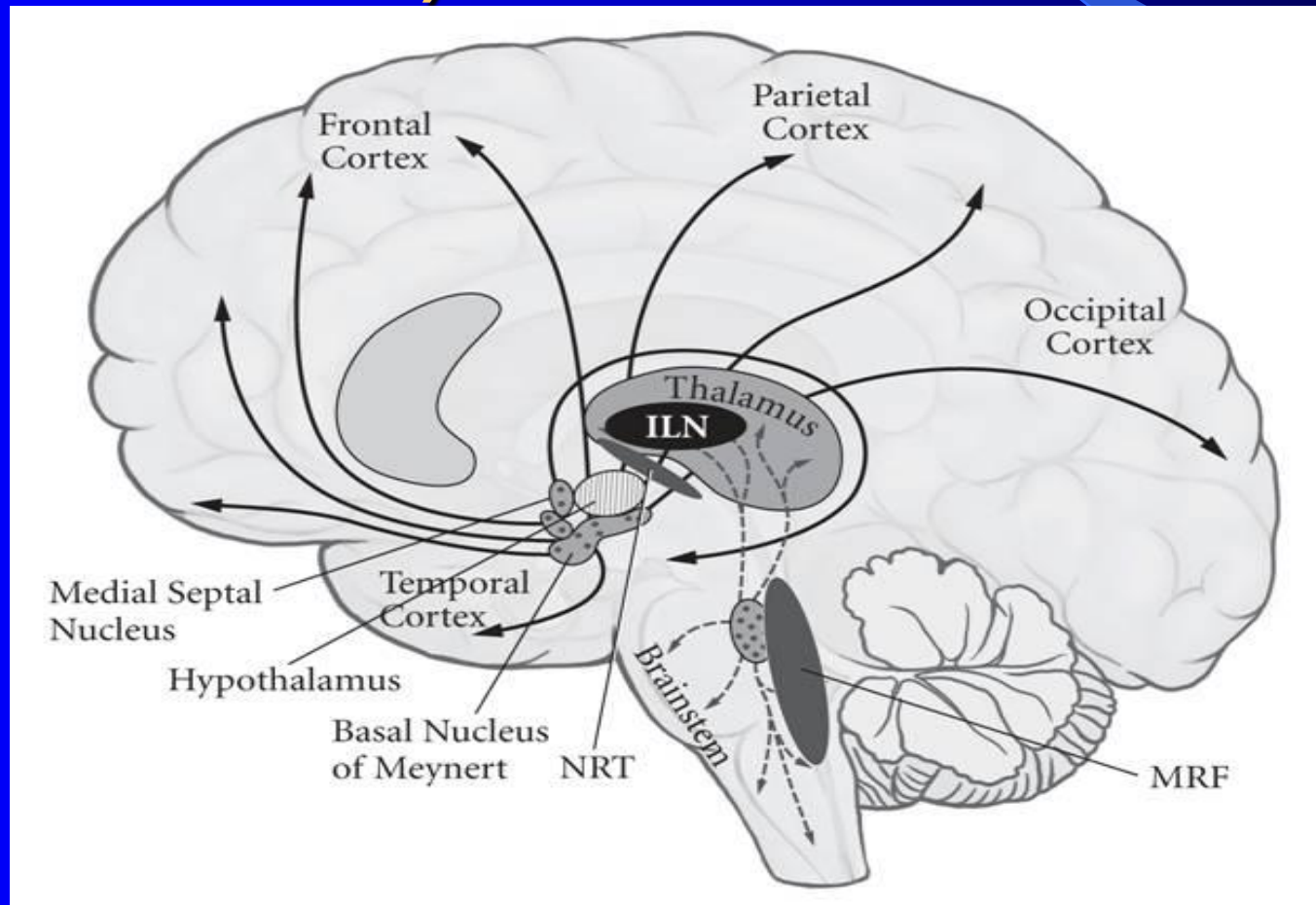




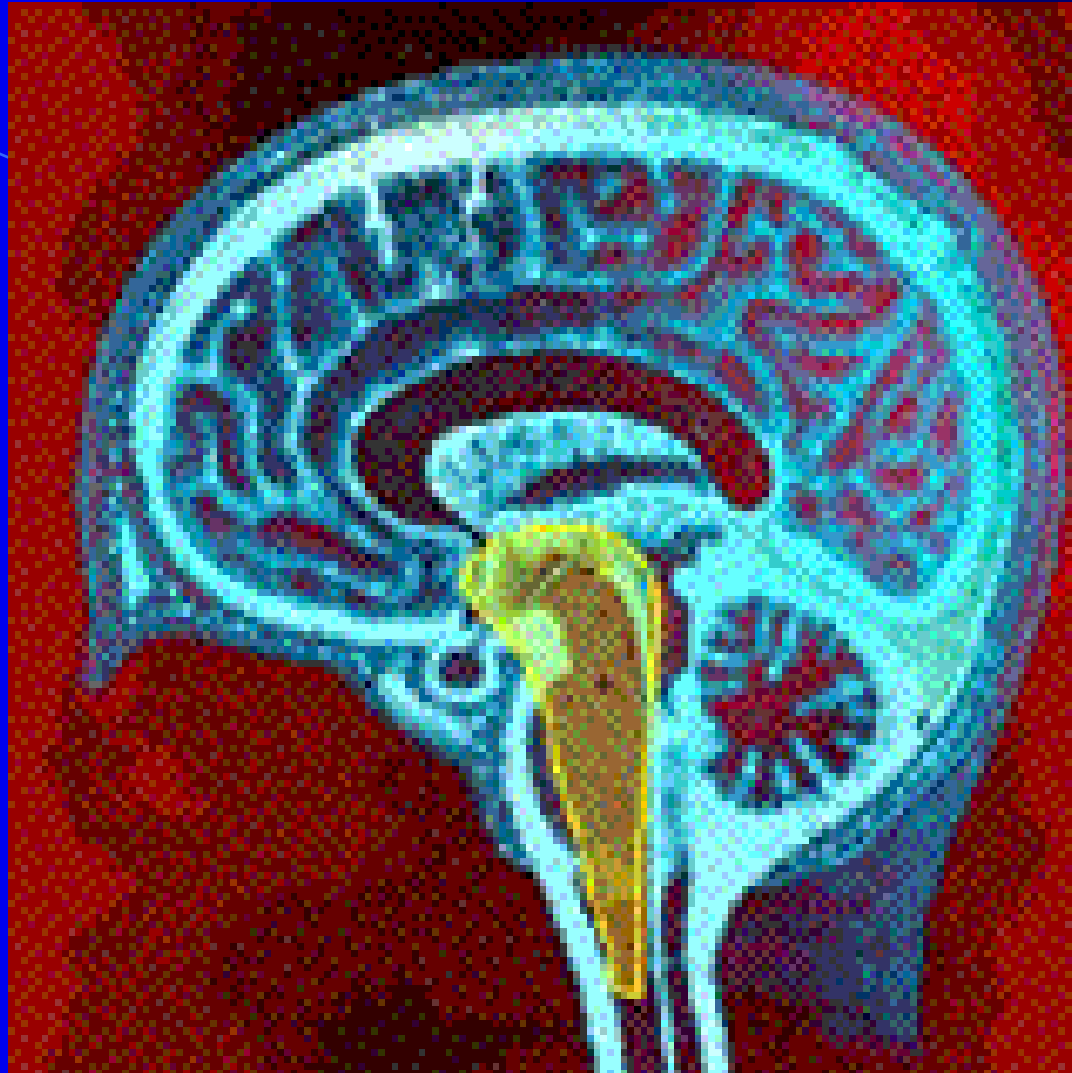
Neurons in the **visual cortex** (area V4) encode the visual scene, and neurons in the **Frontal Eye Field (FEF)** portion of prefrontal cortex control the focus of attention. When attention (core and circle) is directed to the red book, neurons in FEF and V4 (represented by red triangles) start firing rhythmically, and the neural activity becomes synchronized across the two areas. (Credit: Image courtesy of MIT).



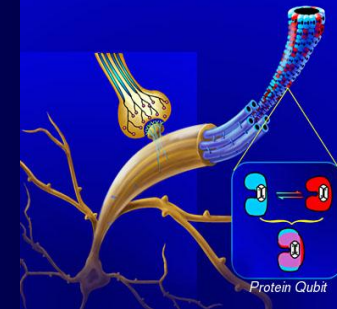
**Midline structures in the brainstem and thalamus necessary to regulate the level of brain arousal. Small, bilateral lesions in many of these nuclei cause a global loss of consciousness. (From Koch 2004).**



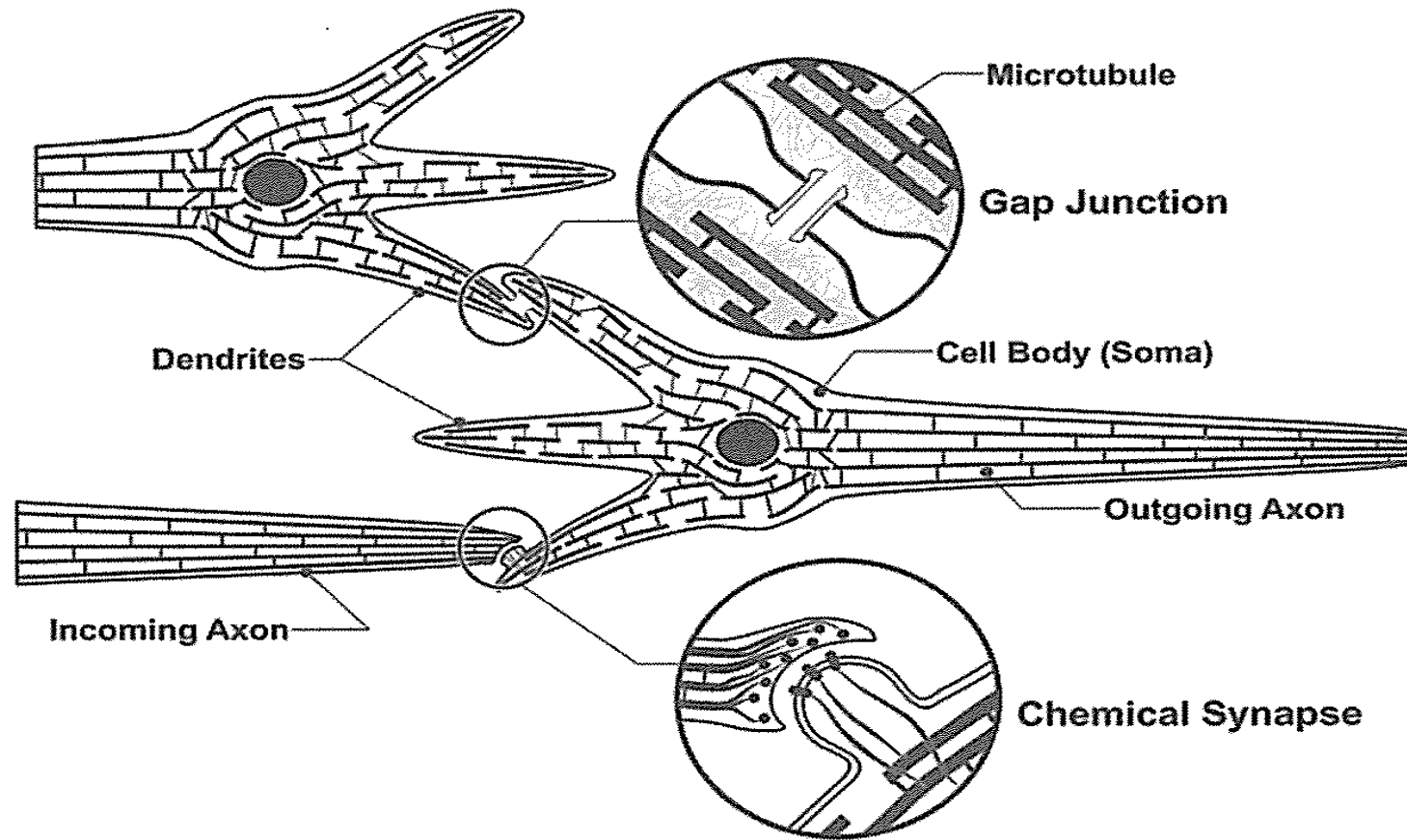
# Reticular activating system



# Kompjuterová teória vedomia



- Je založená na **neurobiológii** a **kvantových mechanizmoch**.
- **Nervový korelát vedomia (NCC)** vychádza z:
  - **funkčnej organizácie mozgu**
  - **spojení dendritov (webová sieť)** a **axónov**
  - **nervovej synchrónie** (kontinuálna depolarizácia membrány dendritov)



**Fig. 6.5.** Cartoon neuron with two types of connections. Internal structure represents nucleus (*dark circle*) and cytoskeletal microtubules (MTs) connected by strut-like microtubule-associated proteins (MAPs). MTs in axons are continuous (and unipolar) whereas dendritic MTs are interrupted (and of mixed polarity). *Lower left:* An incoming axon forms a chemical synapse on a dendritic spine. Close-up shows neurotransmitter vesicles in presynaptic axon terminal, and postsynaptic receptors on spine connected to intraspine actin filaments that link to MTs. *Upper left:* Dendritic–dendritic gap junction is a window between the two neurons. Both the membranes and cytoplasmic interiors of the two cells are continuous

# **The Neural Correlates of Consciousness (NCC)**

- ***NCC je definovaný ako minimálny neuronálny mechanizmus, ktorý je v spolupráci schopný vykonať akúkoľvek špecifickú vedomú percepciu.***

**(Crich and Koch, 1990).**



# Celková kapacita mozgu ako klasického a kvantového počítača

- ak predpokladáme iba výkon klasického mozgového počítača tak v počte  $10^{11}$  mozgových neurónov má každý z nich  $10^3$  synáps a v každej synapse sa za sekundu vygeneruje  $10^3$  elektrických pulzov, teda môžeme predpokladať okolo

*$10^{17}$  bitových stavov/s v celom  
ľudskom mozgu*

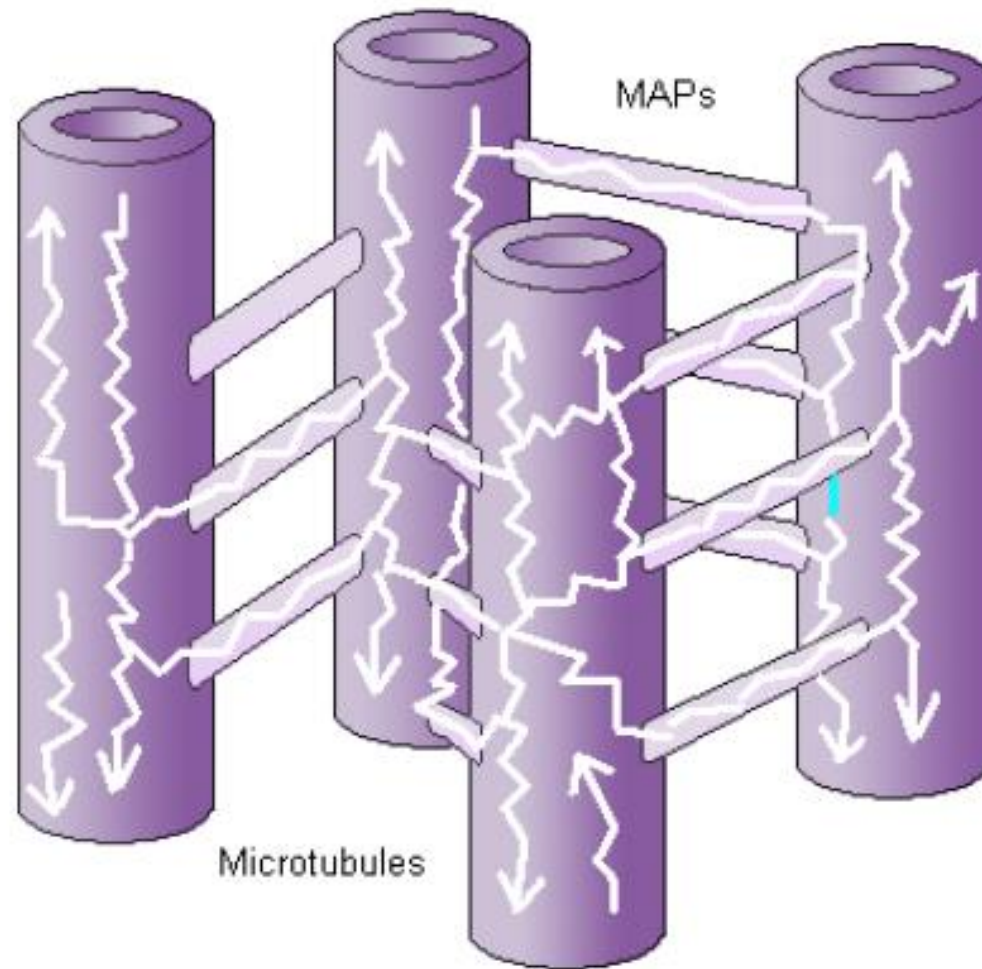


# **Celková kapacita mozgu ako klasického a kvantového počítača**

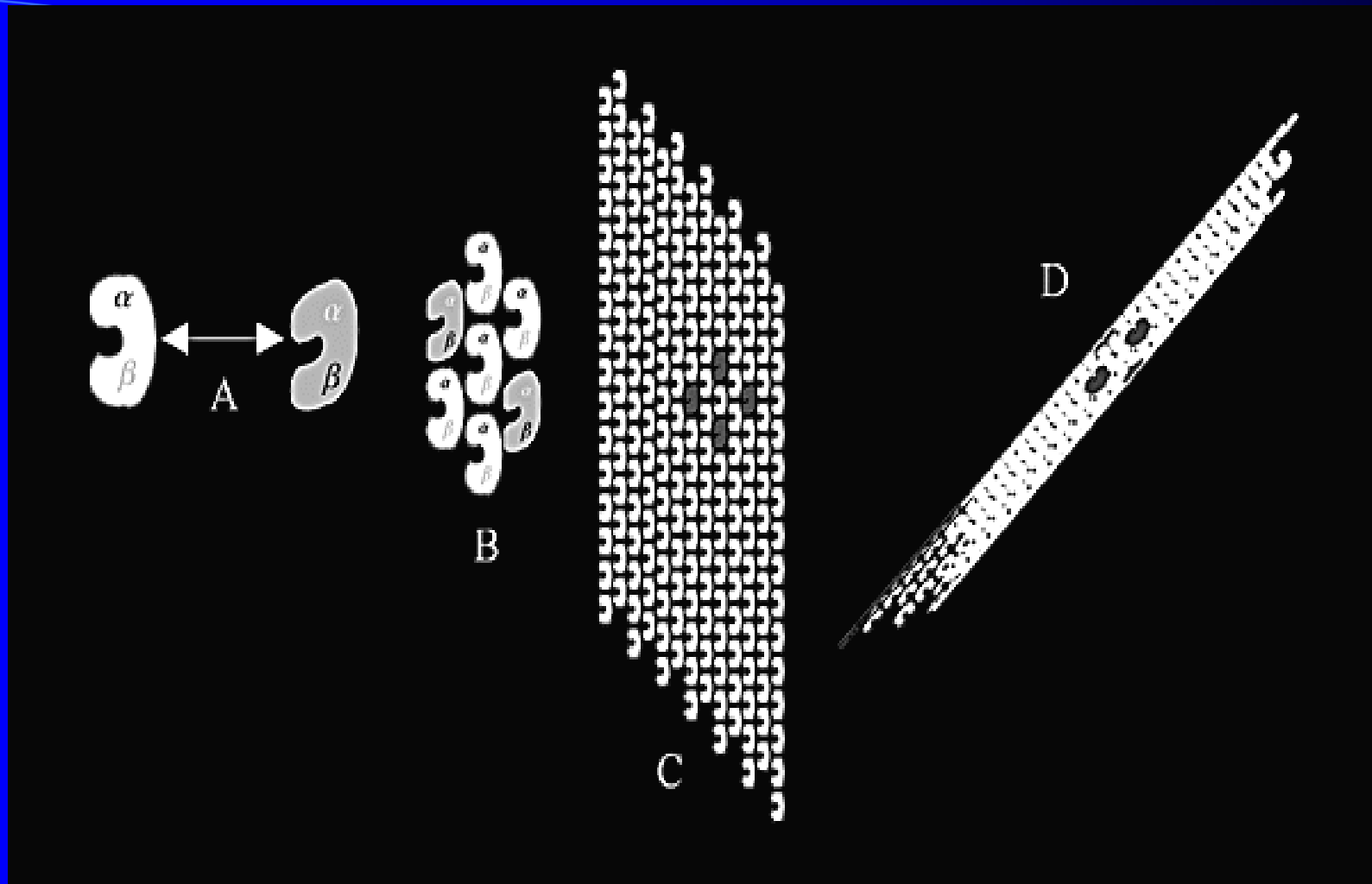
- **v cytoskeletových štruktúrach v neuróne (mikrotubulárne automaty) vzniká  $10^{27}/s$ . operácií v celom ľudskom mozgu t.j. spolu s klasickou komputáciou**

**celková kapacita výkonov ľudského mozgu je  $10^{44}$  výkonov /s.**

**Toto predstavuje obrovskú rezervu a plasticitu mozgu.**



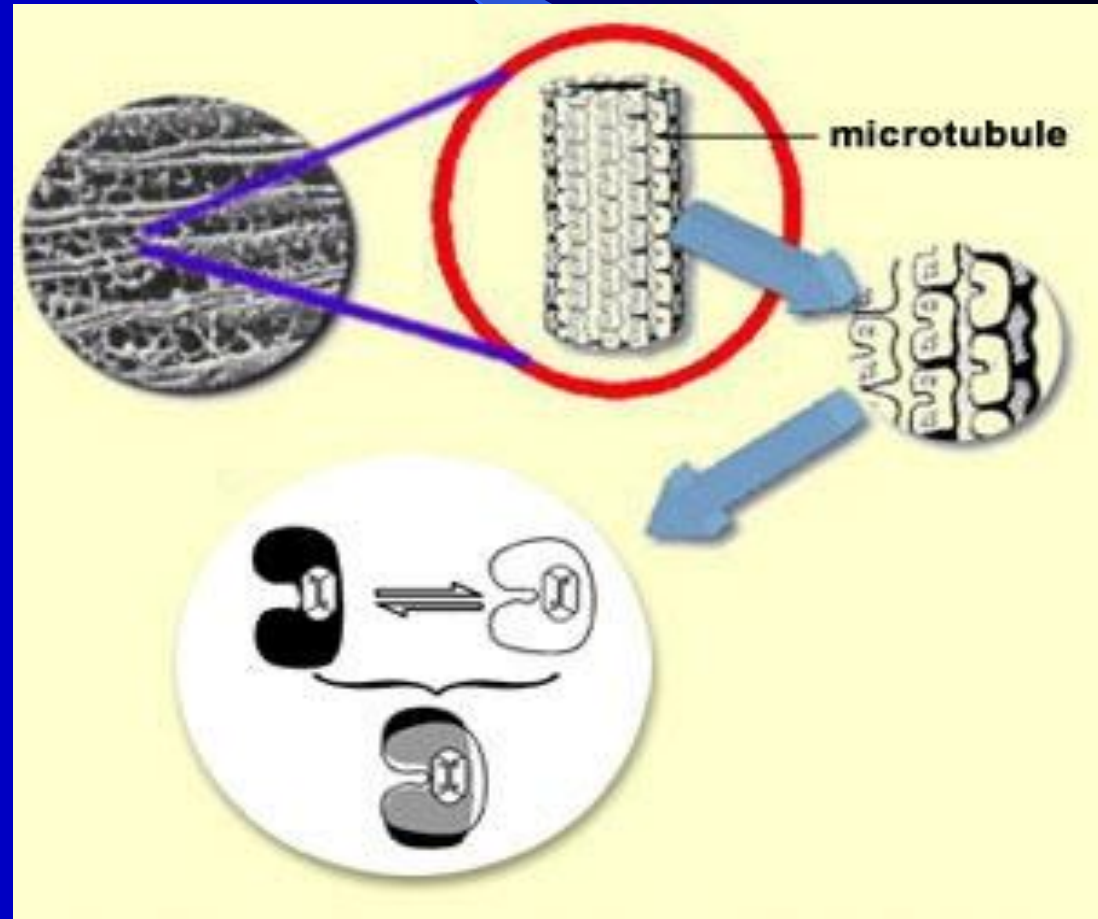
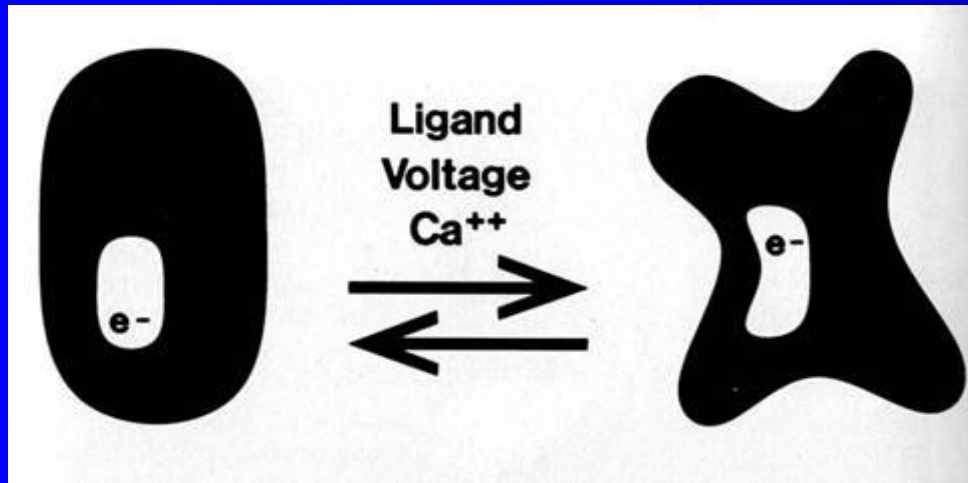
*Fig. 1 Microtubules (purple) are interconnected via MAPs and form intraneuronal quantum network. They strongly interact with the local quantized electromagnetic field and generate quantum solitons (white) propagating along conduction pathways formed by aromatic aminoacid residues inside their walls and MAPs.*



## A microtubule as a Cellular Automaton.

**(A)** The conformation of the tubulin dimer changes depending on where a free electron resides (dark lettering). The alpha configuration is to the left, the beta configuration to the right of the double arrow. **(B)** Six tubulin dimers forming a cellular neighborhood. **(C)** A pattern formed by four tubulin dimers in the beta configuration (free electron in the beta sub-unit). **(D)** Rolled-up grid of tubulin dimers forms a MT.

# Konformácia tubulínu

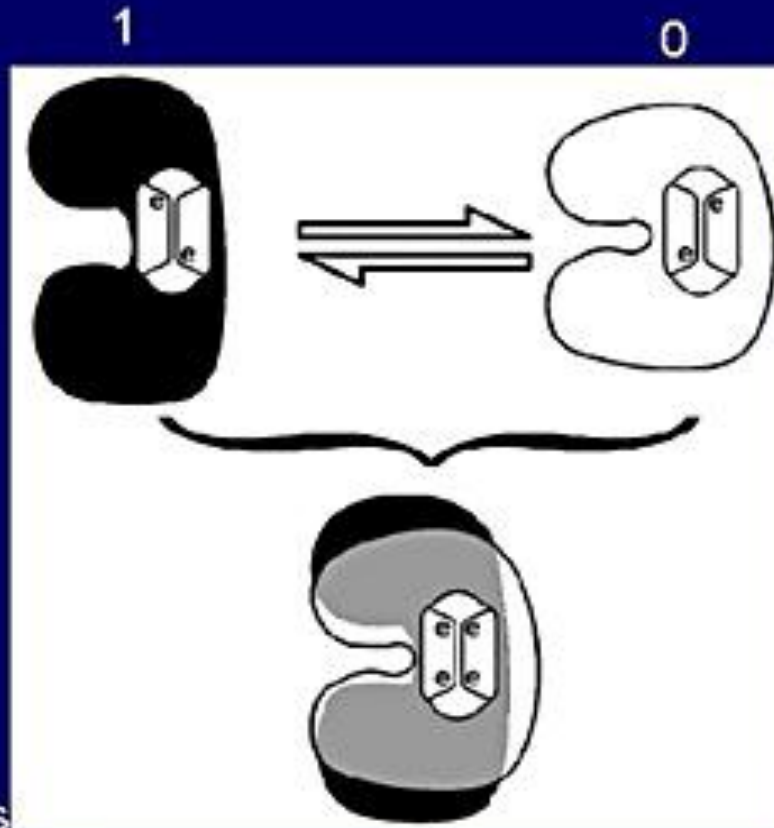


# Konformácia tubulínu

Basic idea in Orch OR - each tubulin in a microtubule is a qubit

Protein (tubulin) flips between two states, governed by quantum London forces in hydrophobic pockets

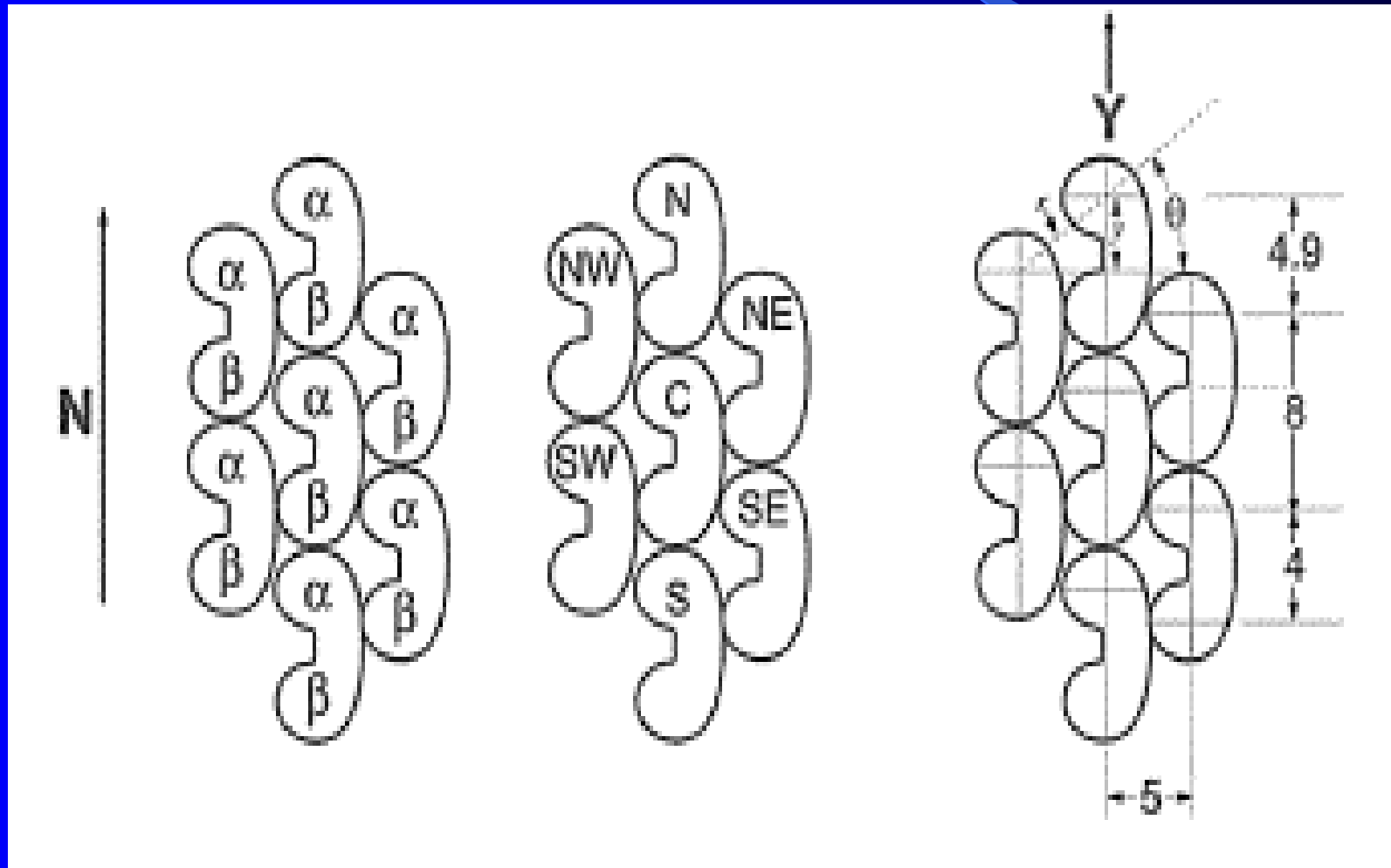
If governed by quantum effects, tubulin may also exist in both states quantum superposition



Switching occurs in nanoseconds  $10^{-9}$  sec

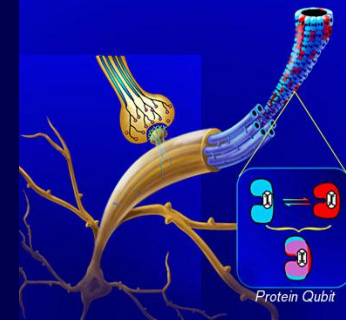
1 AND 0  
Qubit

**Mriežka tubulínov v mikrotubuloch – vľavo tubulínové diméry ako alfa (negatívne) monoméry a beta (pozitívne) monoméry. Centrálny tubulín obkolesený 6 monomérmi ktoré sú zemepisne orientované.**





# Proteíny (tubulíny) - podstata vedomia



- **Proteíny** sú lineárne reťaze aminokyselín, ktoré sa zvrášťujú do **trojrozmerných konformácií**. **Konformácie** riadia skupiny nepolárnych aminokyselín (bez nábojov), ktoré odpudili vodu (**hydrofóbny efekt**).
- Tieto nepolárne skupiny sa navzájom priťahujú pomocou van der Waalsových síl, odpudzujú vodu, a samé sa „**pochovajú**“ vo vnútri proteínov - **hydrofóbne kapse** (zložené zo skupín nepolárnych AK - **fenylalaninu – tryptofanu – tyrozínu, ale aj vedľajšie skupiny leucínu- isoleucínu-valínu**)



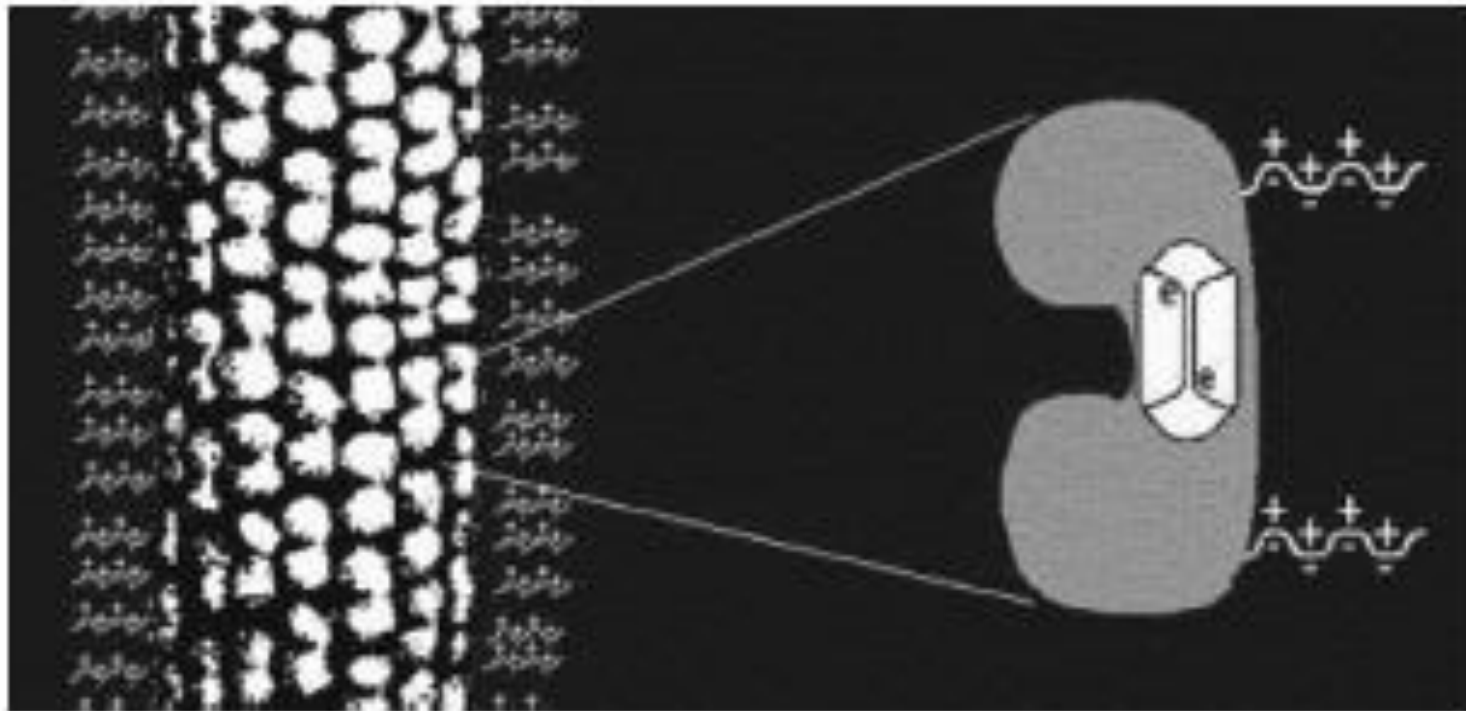
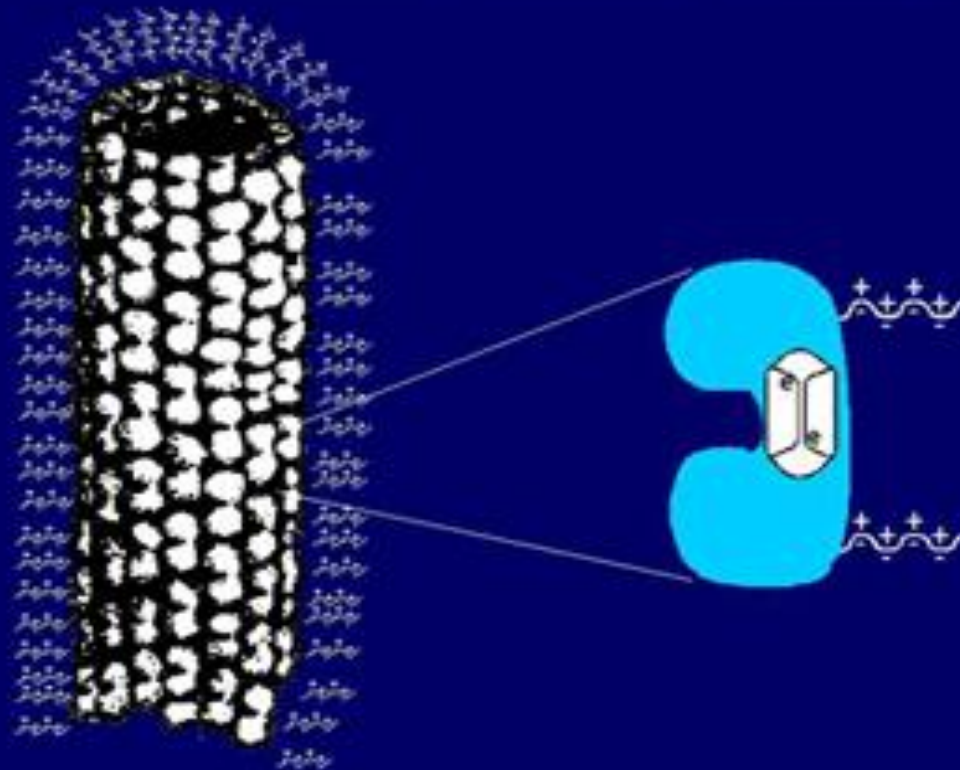
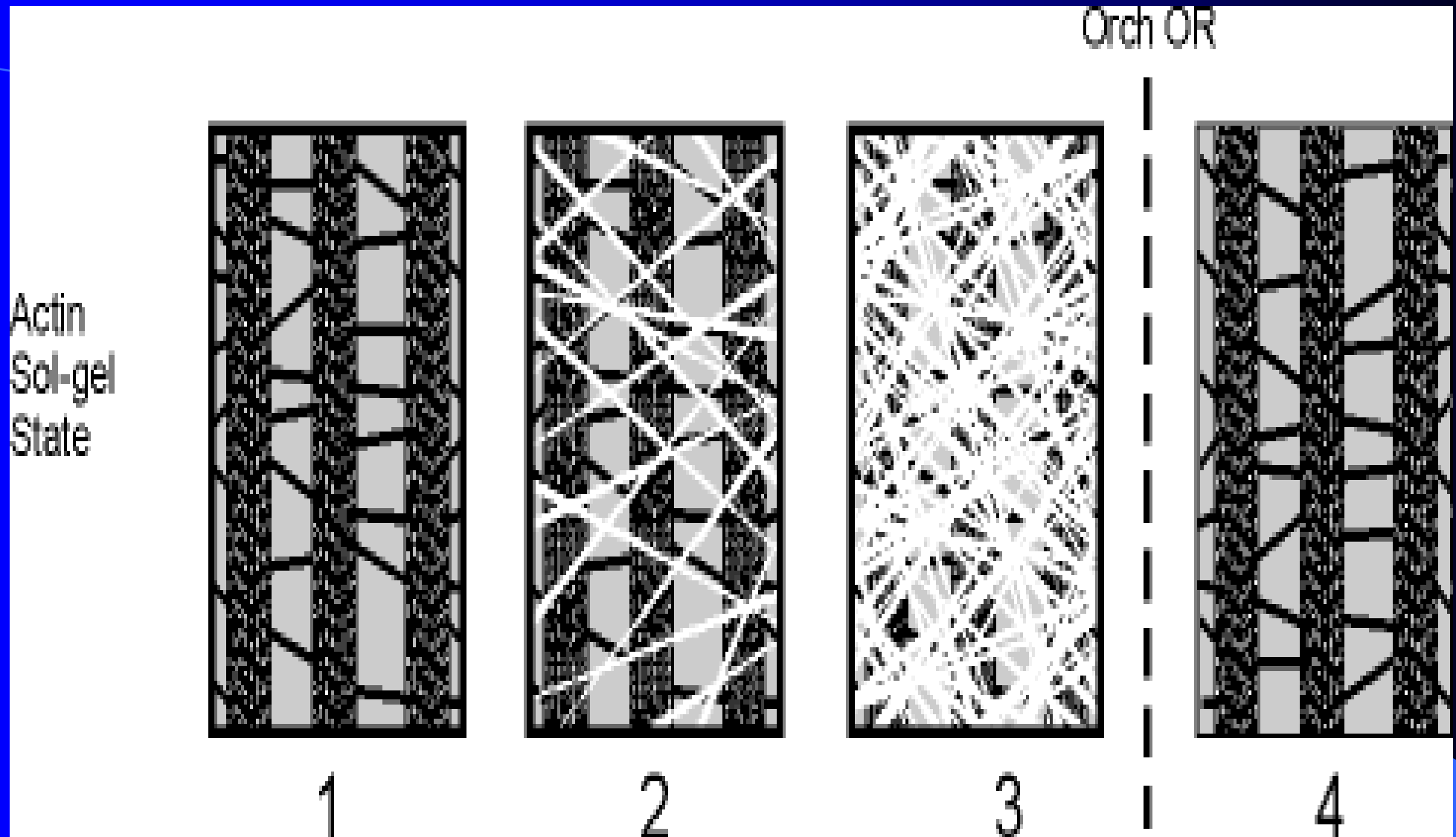


FIG. 3. Negative charges on the C-terminus tail of the tubulin dimer are screened under physiological conditions by counterions forming a Debye layer around the microtubule, as described by Sackett [46].

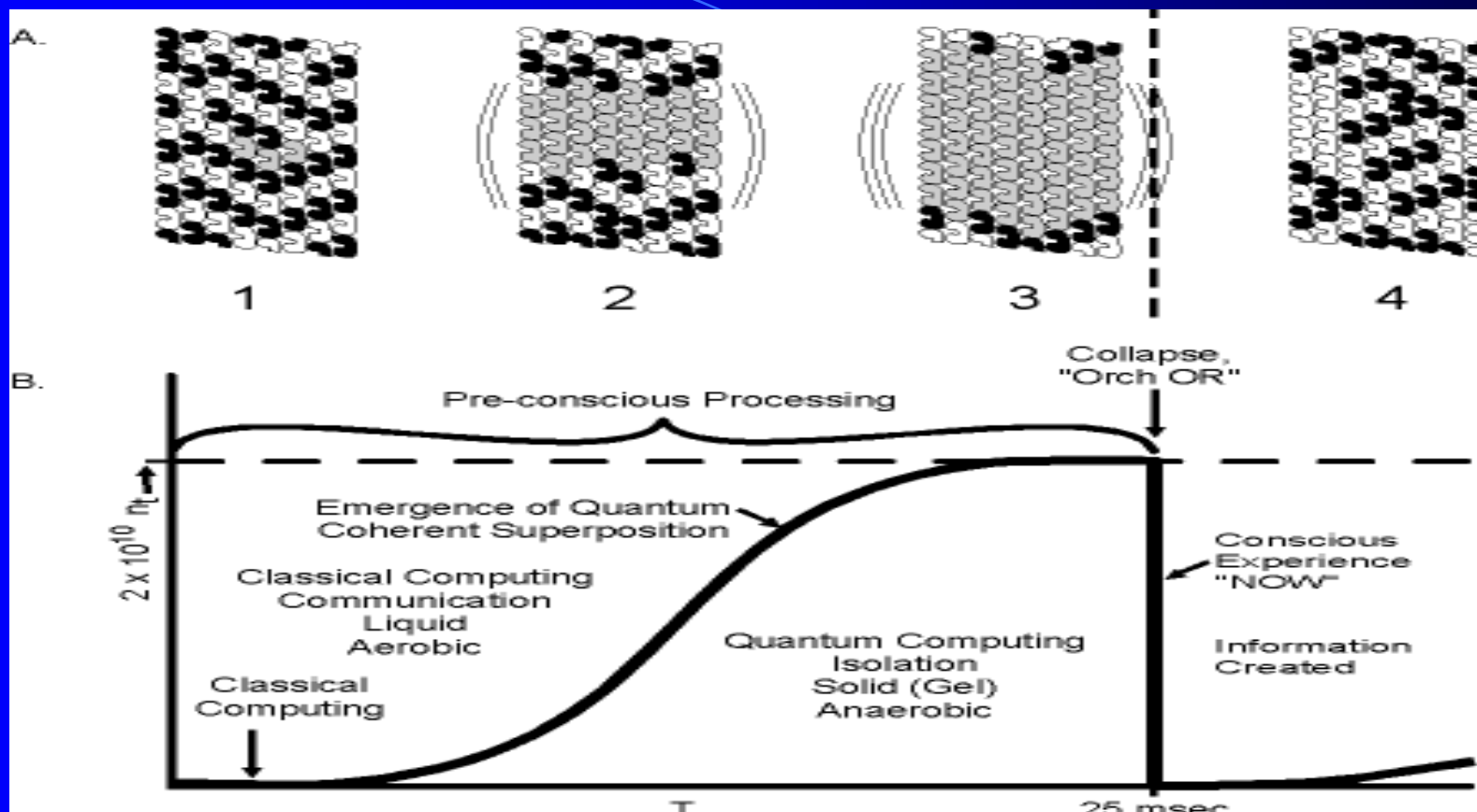
***Dan Sackett at NIH recently described a plasma-like sleeve of charged ions surrounding microtubules at precisely optimal pH.***



# Zmena aktínu-sólu na aktín-gél

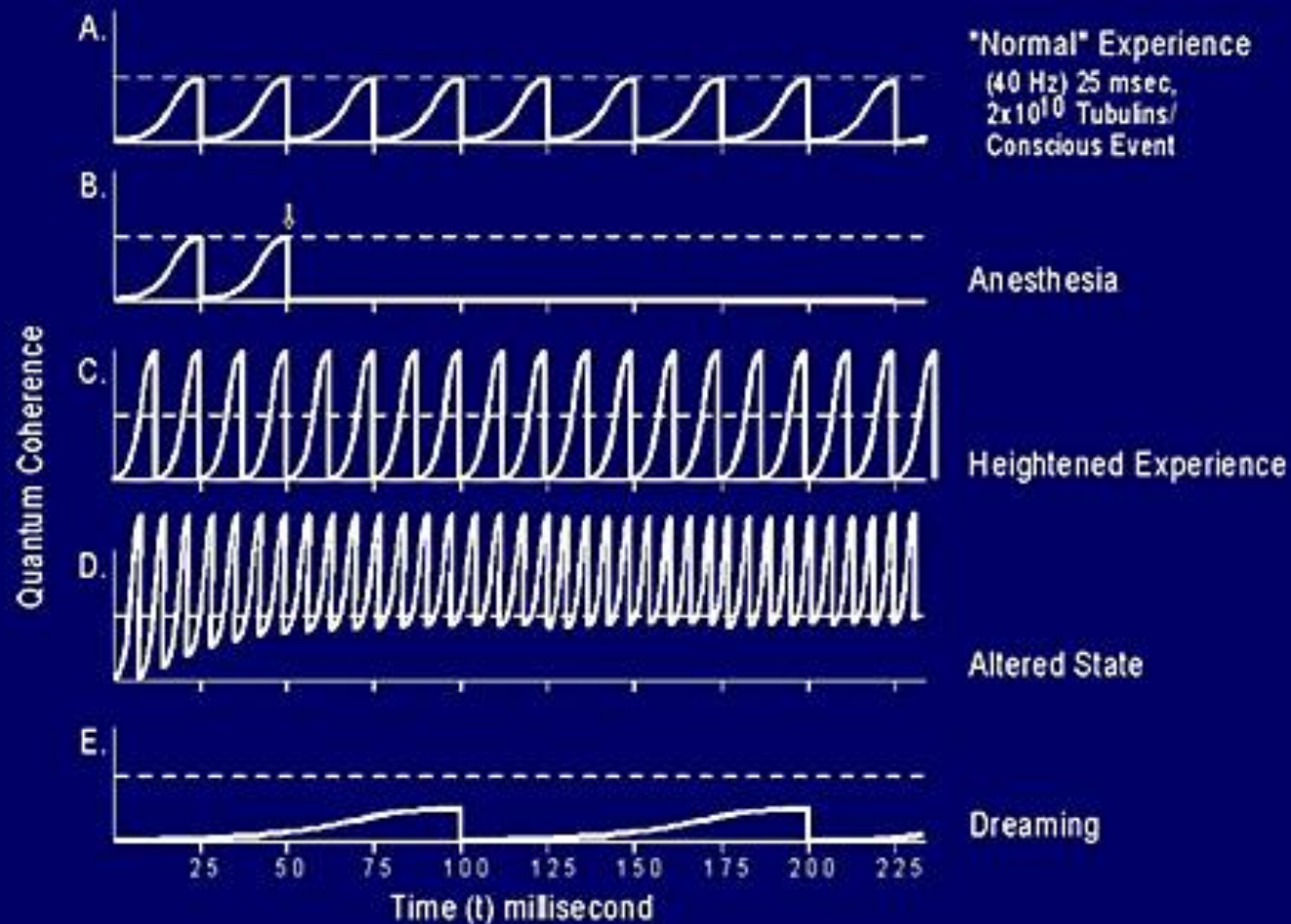


# Uvedomované vedomie



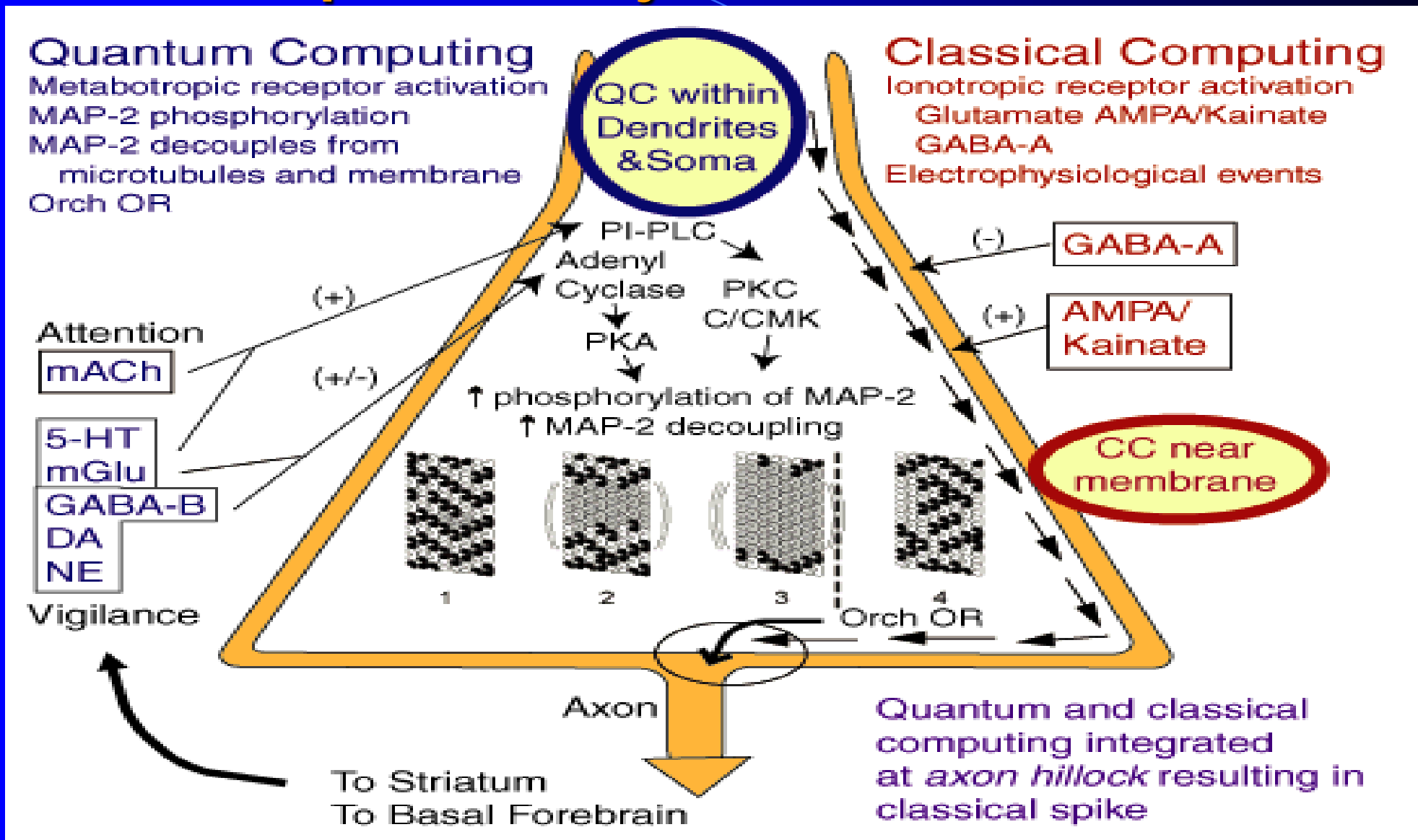
*Modelovanie mikrotubulov, v ktorých klasické načítavanie (krok 1) vedie k naliehavému stavu – kvantovej koherencii superpozícii (a ku kvantovému načítaniu (kroky 2-3) do nasumovaných sivých tubulínov. Nejaká vedomá udalosť vznikne (Orch OR) v presune krokov 3 - 4. Stavy tubulínov v kroku 4 sú nespočítateľne a prechádzajú do vybraného kolapsu vyvolaného klasickým výpočtom, aby sa regulovala neuronálna funkcia.*

**Gamma vlny**- elektrické oscilácie v mozgu v 25-100 Hz alebo 30-80 Hz „bandoch“ zväzkoch generované neokortexom a talamom sú zodpovedné za percepciu a vedomie.





# Porovnanie klasickej a kvantovej počítačovej teórie vedomia





**Strata vedomia je základný**  
**komponent celkovej**  
**anestézie.**



Anaesthesia

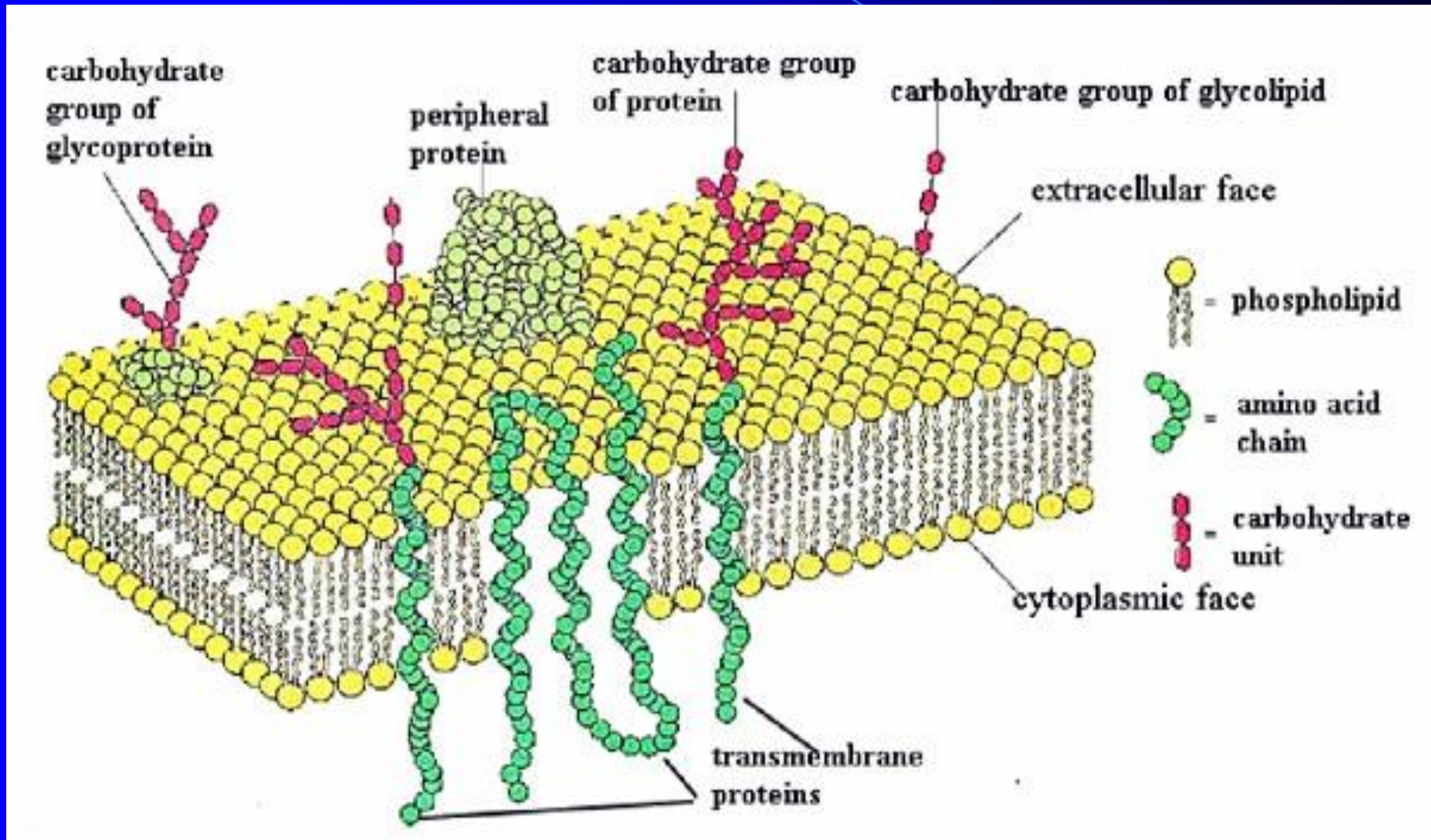


# Mechanizmy pôsobenia anestetík



- Na prelome 20 storočia Meyer a Overton pozorovali, že **potencia volatílных (prchavých) anestetík** korelovala s ich solubilitou v **olivovom oleji**.
- Formulovanie týchto myšlienok priviedlo ku **“lipidovej hypotézy”** celkovej anestézie, ktorá deklaruje, že **anestetiká účinkujú prostredníctvom nešpecifického poškodenia lipidovej časti bunkovej membrány neurocytov.**

# Membrána bunky – fosfolipidová dvojvrstva a transmembránové proteíny



# **Teórie celkovej anestézie vytvorenej John-om and Prichep-om III.**



**Anestetická kaskáda: Teória, ako anestézia  
potláča vedomie**

**(A theory of how anaesthesia  
suppresses consciousness).**

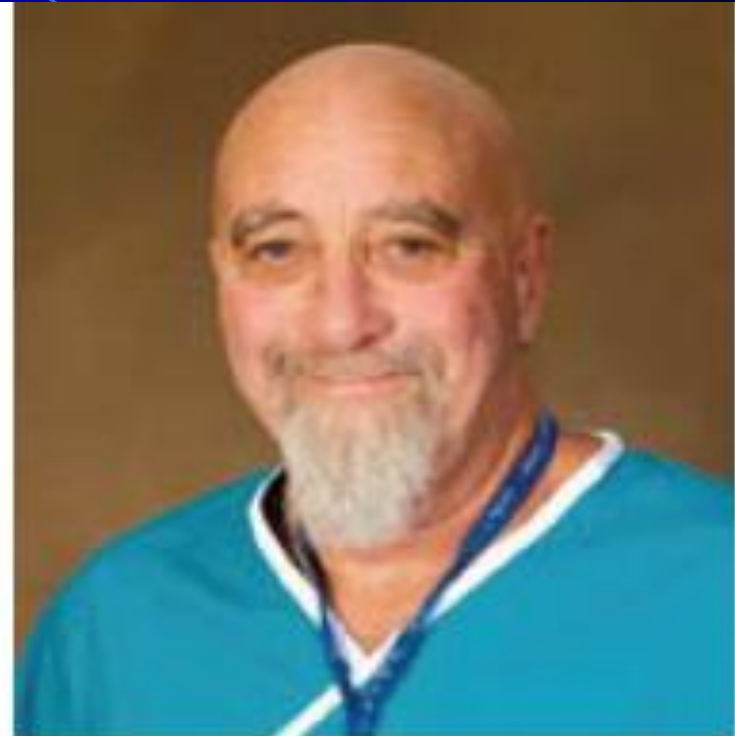
**Anesthesiology 2005,102,p.447-71.**

# ***HUMAN CONSCIOUSNESS***

Stuart Hameroff (Born in July 16, 1947, Buffalo, New York) is an anaesthesiologist and professor at the University of Arizona known for his promotion of

**the scientific study of consciousness**

and his **theories of the mechanisms of consciousness.**



**STUART HAMEROFF, MD,**  
is an anesthesiologist and  
consciousness researcher  
at the University of Arizona.



**Najpodstatnejšou ľudskou funkciou mozgu je vedomá skúsenosť a exekutívna reakcia na ňu.**



- **Kvantová teória** Penrose-Hameroffa plauzibilne neurobiologicky, klasickým kompjutačným postupom a kvantovo-kompjutačne interpretuje túto funkciu.
- Zdanlivo je príliš komplikovaná, ale vysvetľuje nekonečne zložitú hru mozgového neuropilu pri **generovaní vedomia** a pri jeho **ovplyvnení anestetikami**.

# „Prepletená záhada vedomia a anestézie“

## ■ SPECIAL ARTICLE

---

Anesthesiology 2006; 105:400-12

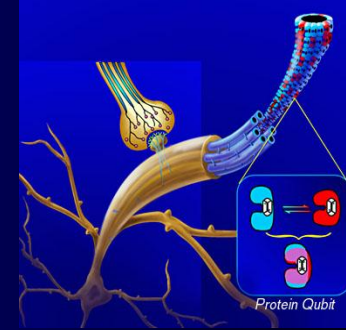
© 2006 American Society of Anesthesiologists, Inc. Lippincott Williams & Wilkins, Inc.

## *The Entwined Mysteries of Anesthesia and Consciousness*

*Is There a Common Underlying Mechanism?*

Stuart R. Hameroff, M.D.\*

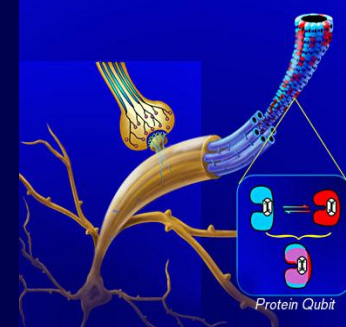
# Hameroff (Anesthesiology, 2006) uzatvára, že:



- **molekuly anestetických plynov** sú chemicky inertné a nevytvárajú chemické väzby s cieľovými proteínmi, **účinkujú výlučne cez kvantové londýnske sily** v hydrofóbných kapsách tak, že inhibujú elektrónovú rezonanciu, a takto selektívne odstraňujú vedomie

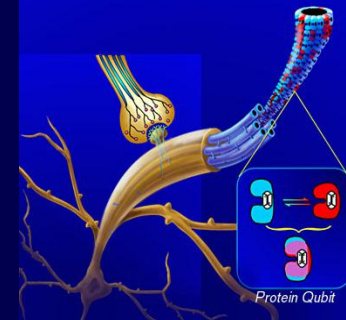


# Hameroff (Anesthesiology, 2006) uzatvára, že:



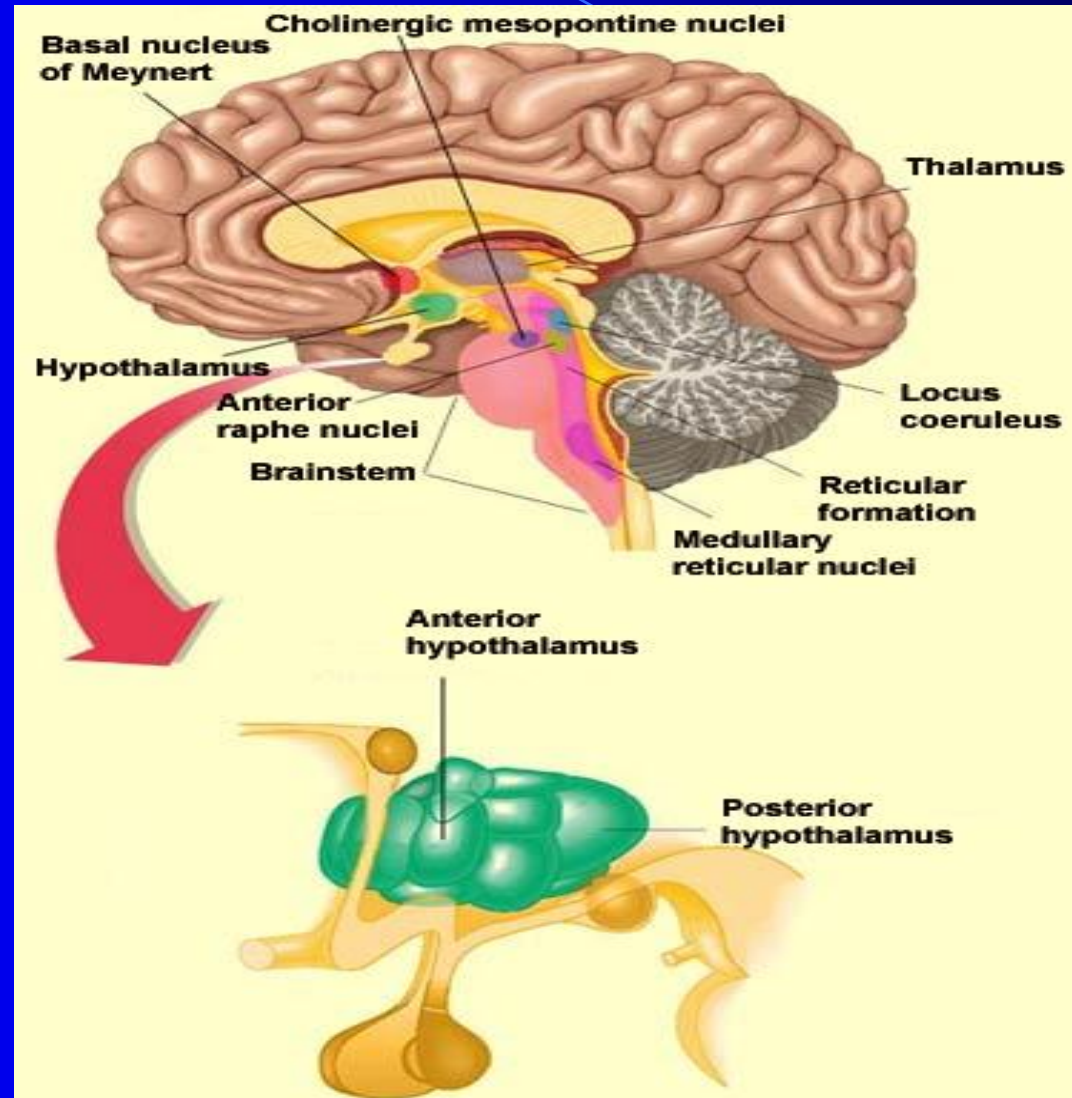
- **Vedomie** koreluje s gama synchronizovanými konformačnými aktivitami proteínov v nervových dendritoch mozgovej kôry a iných oblastí mozgu. V každom **proteíne konformačné stavy** sú regulované „endogénnymi londýnskymi silami“ v hydrofóbných kapsách.
- Anestetické plyny vytvárajú exogénne londýnske sily, ktoré zabránia vytvárať vedomie poškodením vnútorných londýnskych síl hydrofóbných kaps mozgových proteínov v dendritoch (vynulujú gama synchróniu).

# Hameroff (Anesthesiology, 2006) uzatvára, že:



- anestetiká majú premenlivý a konfúzny účinok na kanály/receptory (t.j. anestetiká by mohli **potencovať excitačné kanály** a / alebo **inhibovať** inhibičné kanály)
- mnohé lieky sa viažu na kanály/receptory ale **nespôsobujú anestéziu**
- anestetiká účinkujú vo vnútri dendritov aj cestou **metabotropných receptorov** – (glutamát, GABA<sub>B</sub> receptory) a ovplyvňujú cytoplazmatické proteíny.

Here are descriptions of some of the most important brainstem nuclei involved in the wakefulness system.



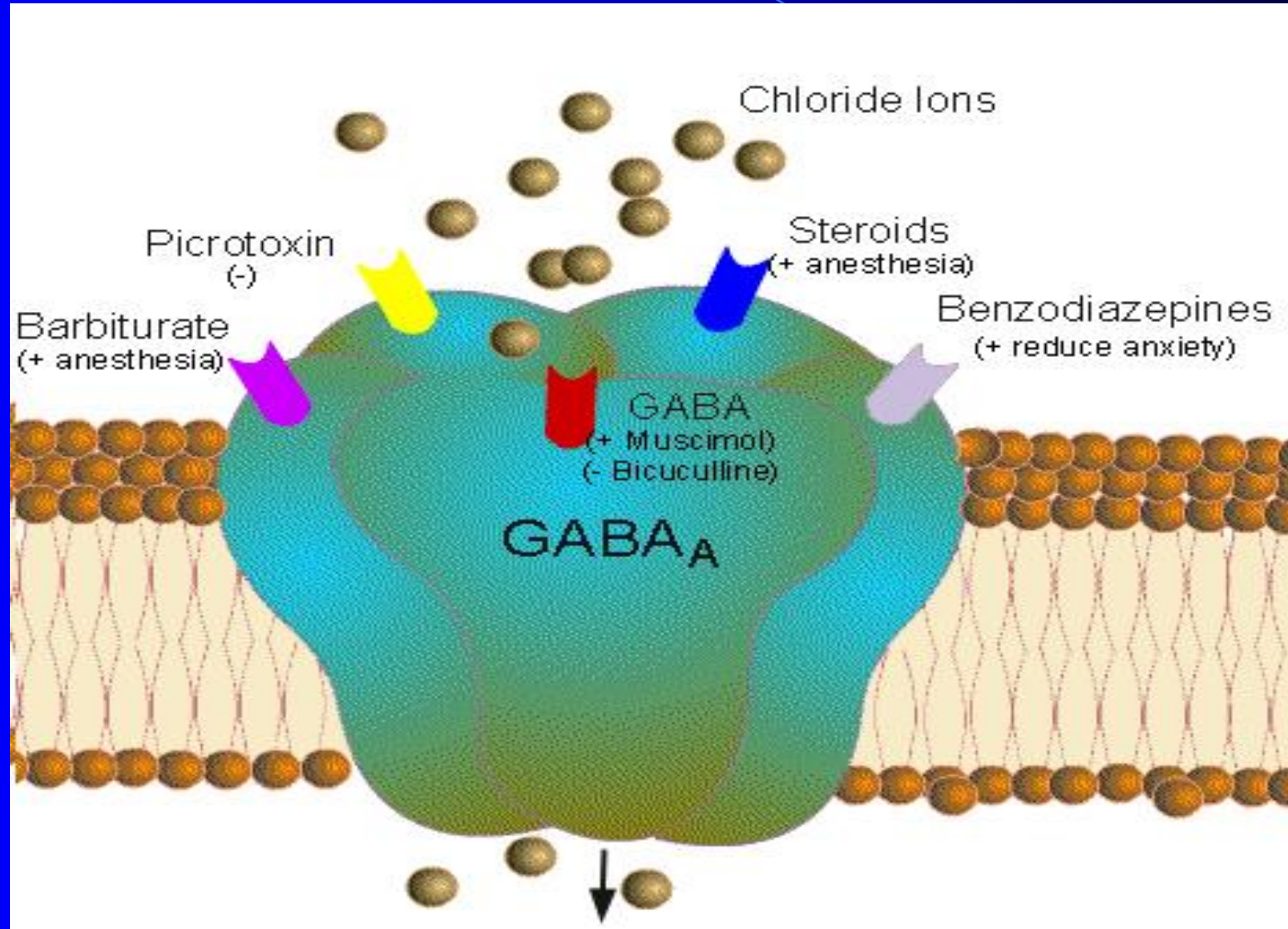
**in *Anesthesiology* (Hameroff, 2006b)**

**points out:**

**(a) many drugs bind to these channels/receptors but do not  
cause anesthesia;**

**(b) anesthetics have varying and confusing effects on  
channels/receptors (e.g. anesthetics may potentiate excitatory  
channels and/or inhibit inhibitory channels);**

# General anaesthetics affect a number of different neurotransmitter receptors





in *Anesthesiology* (Hameroff, 2006b)

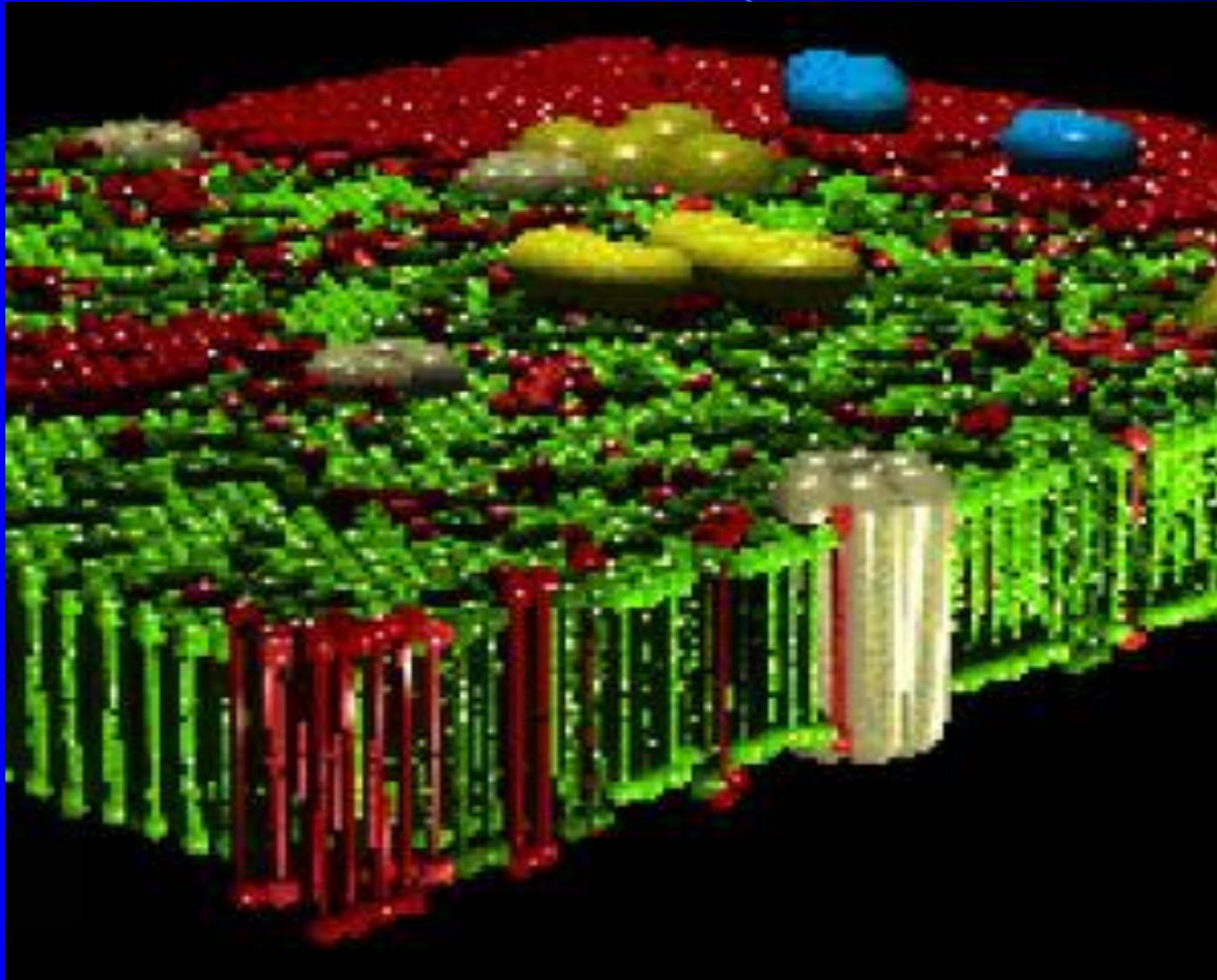
points out:

(c) within ligand-gated channels/receptors (and other dendritic proteins), anaesthetic gases act via quantum London forces in hydrophobic pockets to inhibit electron resonance and thereby selectively prevent consciousness; and

(d) anaesthetic gas molecules are chemically inert and do not form (bio)chemical bonds with protein targets, acting solely through quantum London forces instead.

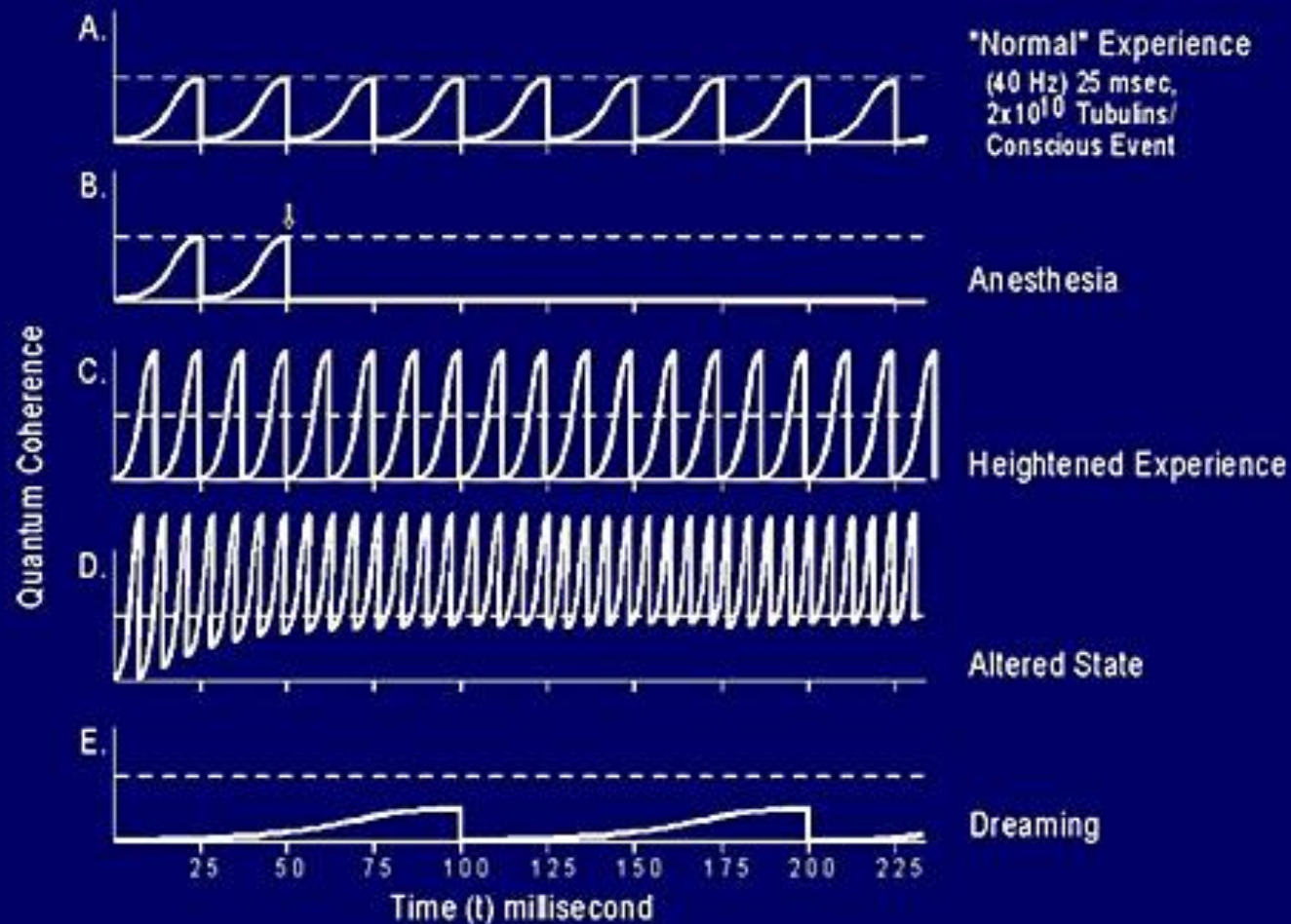
Thus, to argue that biochemical explanations account for anaesthesia is a non sequitur.

*The figure shows a biological membrane. The green molecules are liquid, and the red are solid. Molecules of anaesthetics reduce the number of red areas so that the sound pulse can no longer transport its signal. The nerve is anesthetised. (Credit: Illustration by Heiko Seeger, PhD.,2007)*

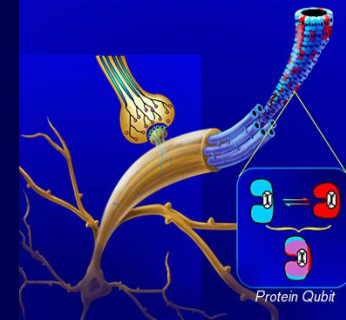




**Gamma vlny**- elektrické oscilácie v mozgu v 25-100 Hz alebo 30-80 Hz „bandoch“ zväzkoch generované neokortexom a talamom sú zodpovedné za percepciu a vedomie.

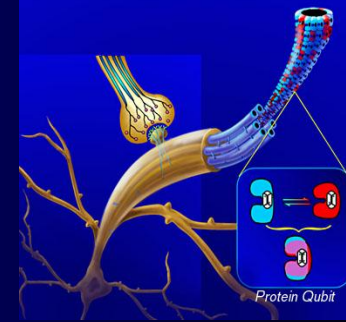


# Dendritické proteíny: miesta účinku anestetík



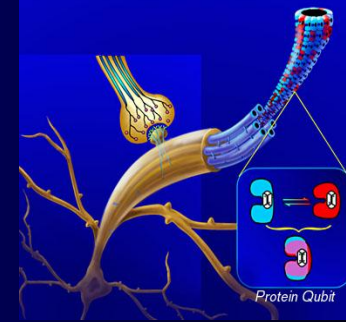
- Štúdie synaptického prenosu ukázali, že **anestetiká účinkujú prevážne postsynapticky v dendritoch- hydrofóbne kapsy-** (inhibujú gama synchróniu) s **minimálnym vplyvom na akčné potenciály axónov a na uvoľnenie neurotransmitterových vesikúl.**
- Aj keď určité presynapitcké efekty sú stále demonštrované, **dentritické membránové proteíny sú prevládajúcimi primárnymi terčmi anestetických plynov** (súhlasne so sieťami dendritov ako NCC).

# **Dendritické proteíny:** **miesta účinku anestetík**

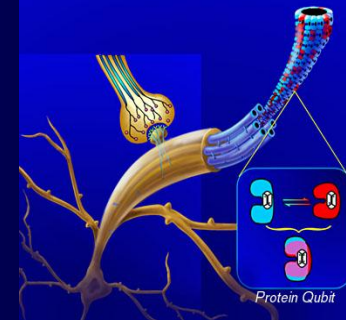


❖ Štúdie synaptického prenosu ukázali, že anestetiká účinkujú prevážne postsynapticky v dendritoch- hydrofóbne kapsy- (inhibujú gama synchróniu) s minimálnym vplyvom na akčné potenciály axónov a na uvoľnenie neurotransmitterových vesikúl.

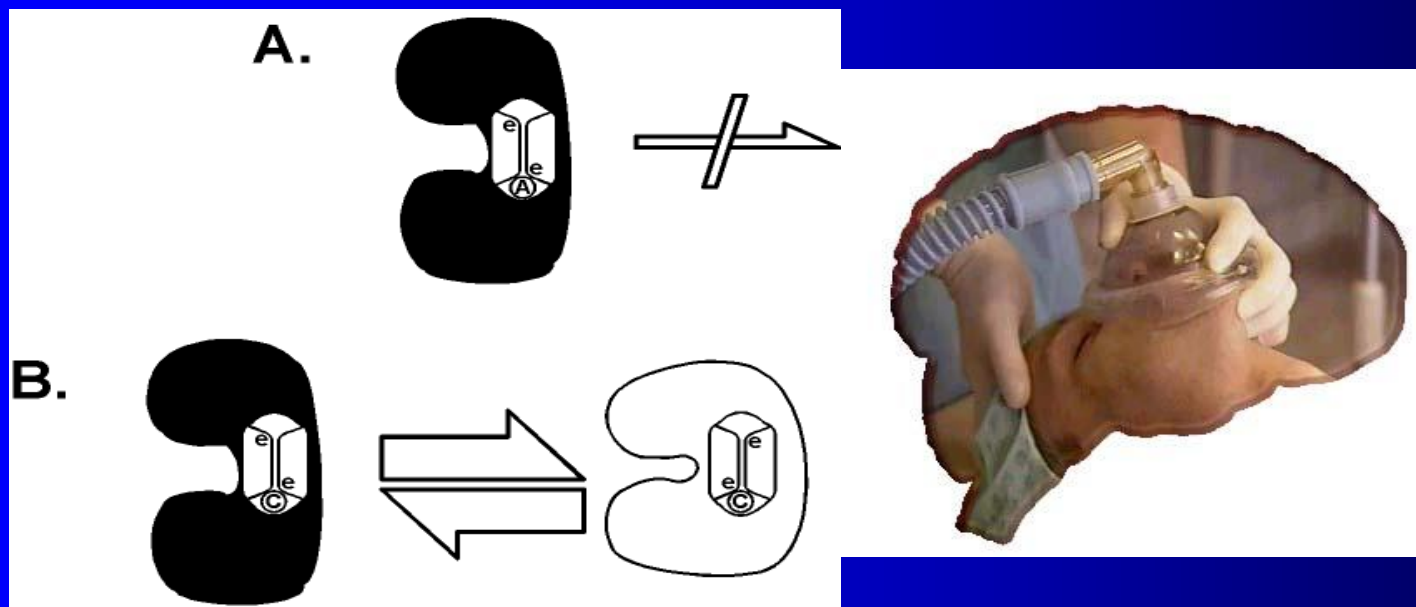
# Proteíny vedomia a anestézia



- Približne **15% nervových proteínov** má **hydrofóbne vlastnosti** a je to dostatočne veľké množstvo pre **anestetickú väzbu**.
- **Hydrofóbne kapsy**, v ktorých anestetiká účinkujú treba považovať za **NCC**, ktoré v proteínoch dendritov generujú gama synchróniu.



# Účinok anestetických plynov a „neanestetík“ na hydrofóbne kapse



# Hydrophobic pocket influenced by volatile anaesthetic molecule

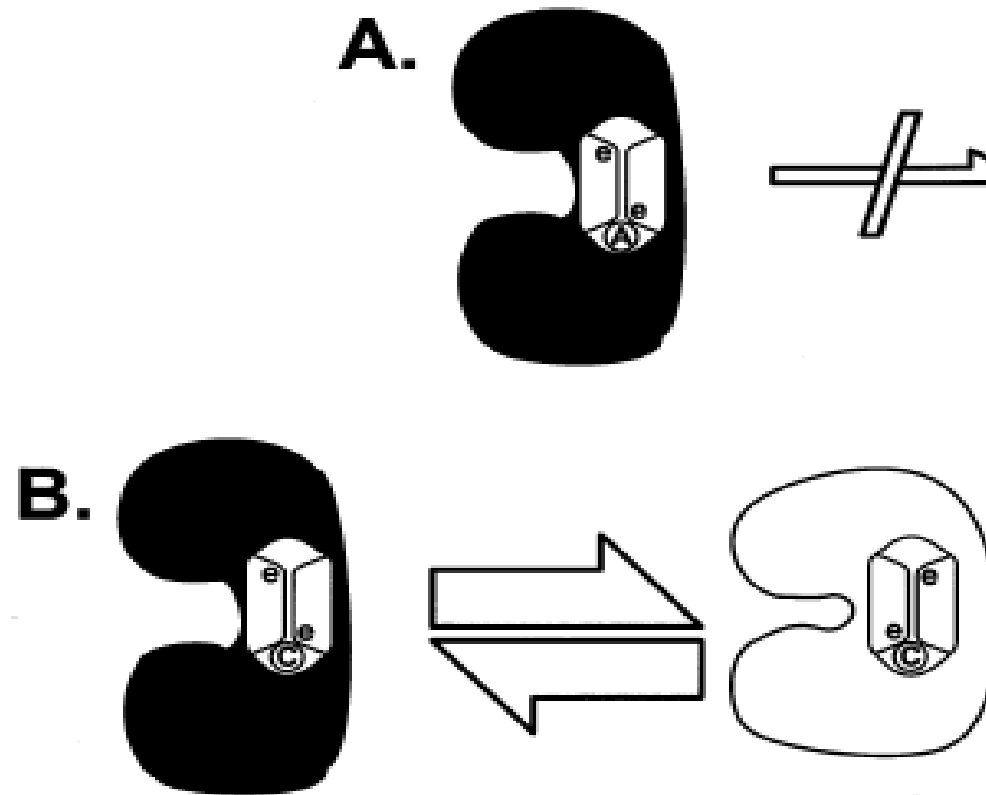
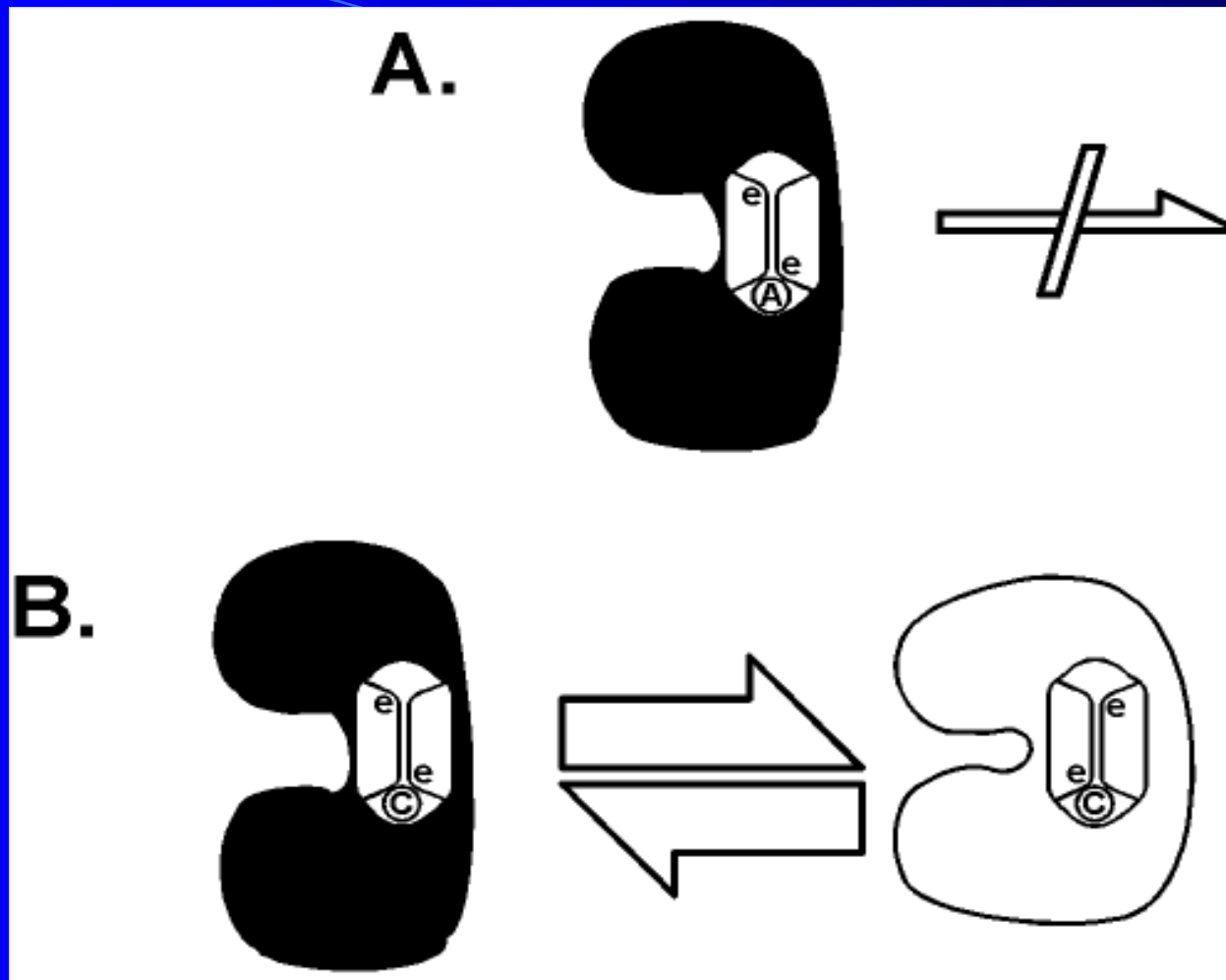


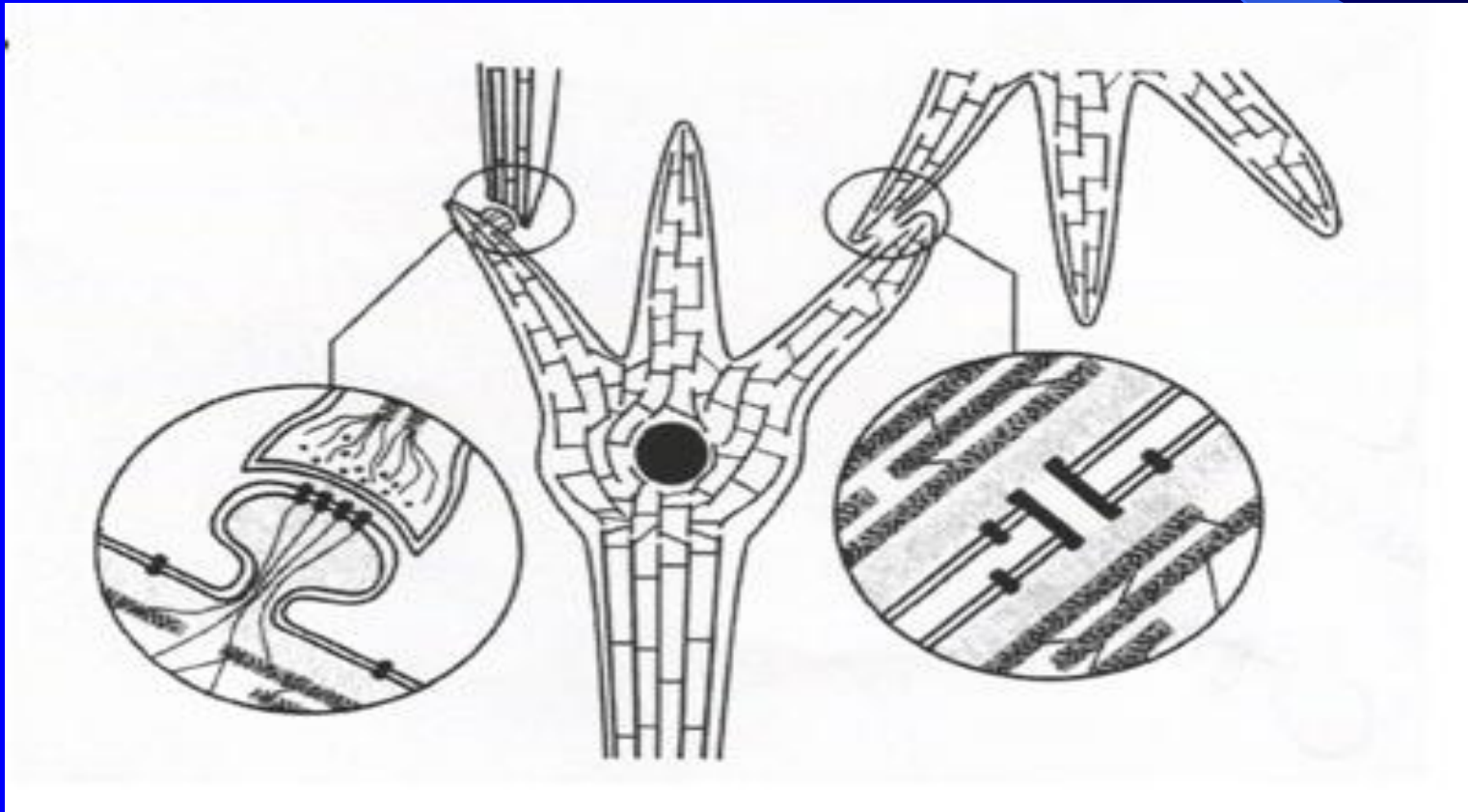
Fig. 4. (A) Schematic of anesthetic (A) in hydrophobic pocket retarding electron mobility thus preventing protein conformational change and quantum coherent superposition. (B) Convulsant molecule (C) in hydrophobic pocket promotes electron mobility and protein dynamical switching.



***Schematic of anaesthetic (A) in hydrophobic pocket retarding electron mobility thus preventing protein conformational change and quantum coherent superposition. B. Convulsant molecule (C) in hydrophobic pocket promotes electron mobility and protein dynamical switching. Hameroff (2006)***



Shématické zväčšenie axo-dendritovej (neurotransmitter – kruh vľavo) a **dendrito-dendritovej** (elektrická štrbina – kruh vpravo) synaptickej štruktúry. Zväčšený obraz ukazuje postsynaptické receptory vľavo v kruhu a cytoskeletové štruktúry dendritového trňa v pravom kruhu. Filamenty aktínu vľavo sa pripájajú na mikrotubuly v trne dendritu. V elektrickej synapse je otvorený golier proteínu konexin. Mikrotubuly cytoskeletu sú vzájomne prepojené proteínmi spojenými s mikrotubulmi obidvoch dendritov v elektrickej synapse (Hameroff, 2006)



**Calixto Machado**  
**Institute of Neurology and Neurosurgery**  
**Havana, Cuba**

**„Consciousness has two physiological components: arousal and awareness.**

**As brainstem-diencephalic and cortical structures interact to generate consciousness, any rigid distinction between their functions, in terms of arousal and awareness, would be misleading“.**

# Awareness - Uvedomovanie počas anestézie

Anestetické uvedomovanie, tiež známe ako „neplánované intraoperačné uvedomovanie“

❖ Predstavuje explicitnú spomienku pomocou zmyslovej – senzorickej percepcie počas celkovej anestézie.

❖ Anestéziologické uvedomovanie je výnimočné, ale incidencia môže sa priblížiť k 1% vysoko rizikových pacientov.

❖ Môže spôsobiť anxiету a vznik „posttraumatic stress disorder.“

# Príčiny intraoperačného uvedomovania

- Sú zatiaľ nie moc známe a problém môže byť multifaktoriálny.
- **Všeobecné príčiny** - ( Awareness during anesthesia. Anesthesiology, CMAJ, January 15, 2008)

# Príčiny intraoperačného uvedomovania

- 1. neočakávaná pacientova špecifická variabilita požadovanej dávky anestetika môže byť dôsledkom potlačenia expresie alebo funkcie cieľových receptorov.
- 2. pacienti nie sú schopní tolerovať dostatočnú anestetickú dávku (kardiologická príčina, alebo závažná hypovolémia).

# Príčiny intraoperačného uvedomovania

- 3. Cheng et coll. (2008) zistili **genetickú nedostatočnosť jedného z inhibičných receptorov GABA** (receptory, ktoré obsahujú alfa 5 subjednotku), ktoré sú rezistentné na pamäť-blokujúce látky.
- Takéto receptorové štruktúry sú prevažne v hippokampe, v oblasti mozgu, ktorá je rozhodujúca pre pamäť.



# Awareness - Uvedomovanie počas anestézie

- Uvedomovaná skúsenosť pri chirurgickom zákroku v anestéze vystraší pacientov a vplýva na ich implicitnú a explicitnú pamäť takým spôsobom, že uvoľní počas života reziduálne emocionálne a psychologické problémy, a tieto sa prejavia poruchami spánku, nočným desom, úzkosťou počas dňa.

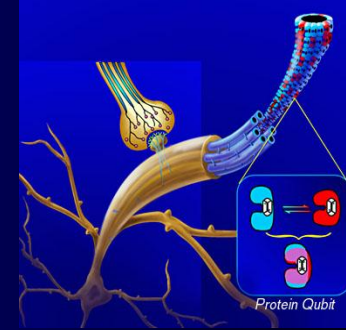
# **Awareness - Uvedomovanie počas anestézie**

**môže byť pre pacienta desivým  
zážitkom a môže spôsobiť  
akútnu psychickú traumú.**

**Môže to mať medicínsko-forenzné dôsledky.**

**Eich et. al (2001) predpokladajú, že „recall“  
naznačuje zlyhanie anestézie.**

# Amnézia



- Je to vygumovanie **explicitnej pamäťovej stopy vedomej skúsennosti**, alebo je to proces, kde sa *predvedomie nepresunie do vedomej skúsennosti (hipokampus).*
- Ide o poruchu **deklaratívnej pamäti** (pamäť na fakty a udalosti).
- Vzniká pri poškodení mozgu (traumatická a netraumatická príčina)

# Mozog a anestézia

Obecne možno poškodenie mozgu po celkovej anestézii klasifikovať klinicky do dvoch skupín:

- poškodenie charakterizované veľkým neurologickým deficitom – **hemiparéza, triparéza, kvadruparéza, poškodenie mozgových nervov, cerebela, stupor a kóma.**
- *deterioráciou intelektových funkcií, zmätenosťou, agitovanosťou, poruchami pamäti, epileptickými záchvatmi* bez fokálneho neurologického defektu.

# Porucha funkcií CNS po celkovej anestézii sa prejaví ako:

- ❖ **1. Delírium**, akútna kvalitatívna porucha vedomia s ľahkou alteráciou vigility (fluktuácia vigility počas dňa).
- ❖ **2. POCD** (post operative cognitive dysfunction), dlhšie trvajúci deficit funkcie CNS – dôkaz možno stanoviť neuropsychologickými testami (redukuje sa v 3. týždni po operácii)

# Delírium

- Je **kvalitatívna porucha vedomia**, podstatou ktorej je porucha operačnej pamäti.  
Je obvykle vyvolaná **exogénnou a endogénnou intoxikáciou**, abstinenciou návykovej látky alebo dôsledkom difúzneho poškodenia mozgu.



# Porucha funkcií CNS po celkovej anestézii sa prejaví ako:

- ❖ **3. MCI (mild cognitive impairment)**, ľahká kognitívna porucha (trvalá porucha) - vývojové štádium progresívnej demencie
- ❖ **4. Demencia** – ťažký deficit, vrátane deteriorácie emocionality, sociálneho správania (trvalý stav). Je možné, že niektorí pacienti s demenciou sú operovaní v stave MCI, čo je predštádium Alzheimerovej choroby.

**Anesthesiology 2008; 108:18–30 Copyright © 2007,  
the American Society of Anesthesiologists, Inc.  
Lippincott Williams & Wilkins, Inc.**

## **Predictors of Cognitive Dysfunction after Major Noncardiac Surgery**

**Terri G. Monk, M.D., M.S.,\* B. Craig Weldon, M.D.,†  
Cyndi W. Garvan, Ph.D.,‡ Duane E. Dede, Ph.D.,§  
Maria T. van der Aa, M.S., Kenneth M. Heilman, M.D.,#  
Joachim S. Gravenstein, M.D.\*\***

# Does anesthesia cause sleep disturbance?

- January 11, 2008

**Sleep disturbance after major surgery is common, and some people assume anesthesia is the cause.**

- The “surgical stress response“, the body’s hormonal and metabolic response to the trauma of surgery, is quite profound and has an important effect on the subsequent amount and quality of sleep.
- The bigger the surgery, it seems, the more significant is the stress response and the accompanying sleep disturbance.

# Ako ďalej?



Na internete dňa **1. 9. 2010**

**314,000** - článkov o použití  
**BIS počas celkovej  
anestézie**



# **Monitorovanie hĺbky anestézie v 20. a začiatkom 21. storočia.**

- **BIS index**
- **End- tidal koncentrácia anestetického plynu (ETAG concentration)**
- **Evokované potenciály - EP**
- **Elektroencefalografia – spektrálna analýza EEG signálu**



Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology  
Vol. 21, No. 3, pp. 313–325, 2007  
doi:10.1016/j.bpa.2007.04.003  
available online at <http://www.sciencedirect.com>



**3**

---

## **Monitoring consciousness: the current status of EEG-based depth of anaesthesia monitors**

Logan Voss\* PhD

Senior Research Scientist

Jamie Sleigh MD, MBChB, FANZCA, FJFICM

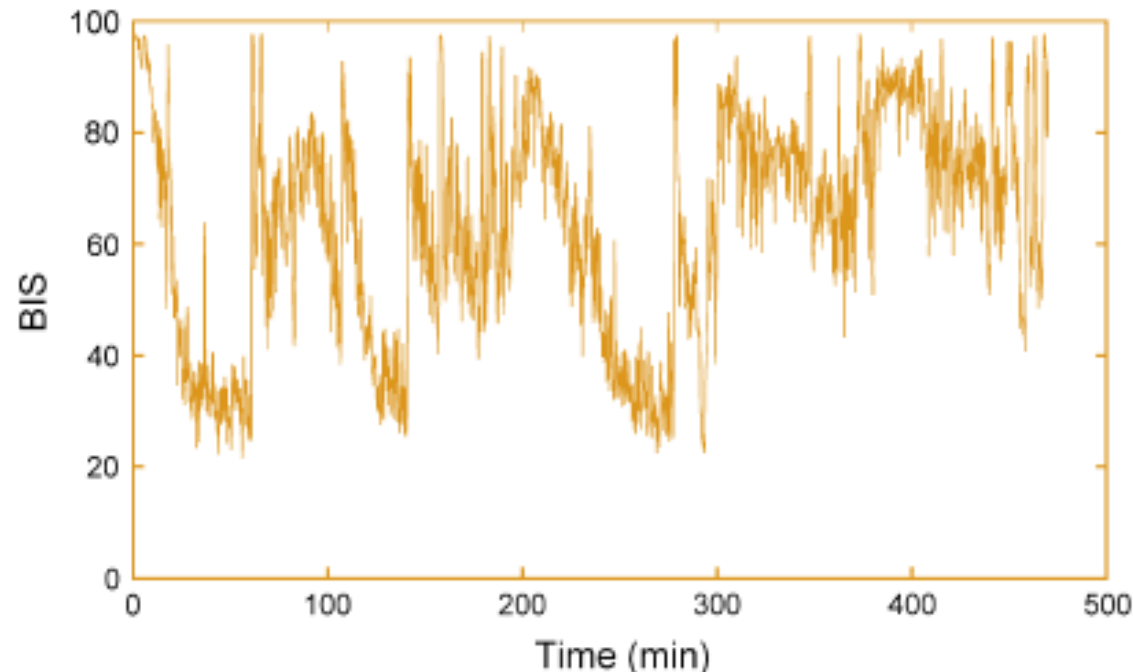
Professor of Anaesthesia and Intensive Care

*Department of Anaesthesia, Waikato Clinical School, University of Auckland, Hamilton, New Zealand*



# Monitoring consciousness: the current status of EEG-based depth of anaesthesia monitors

Logan Voss\* PhD  
Senior Research Scientist



**Figure 1.** A plot of the bispectral index (BIS) during the course of a night's natural sleep, which shows clear sleep architecture with pronounced 90 min cycles of slow-wave sleep early in the night (corresponding to low BIS periods); followed by more stage 2 and rapid eye movement (REM) sleep later in the night (seen as an increase in the BIS trend).

# BIS module

BIS modul poskytuje numerické, grafické, trendové a vysoko rozlišujúce trendy pre nasledujúce hodnoty:

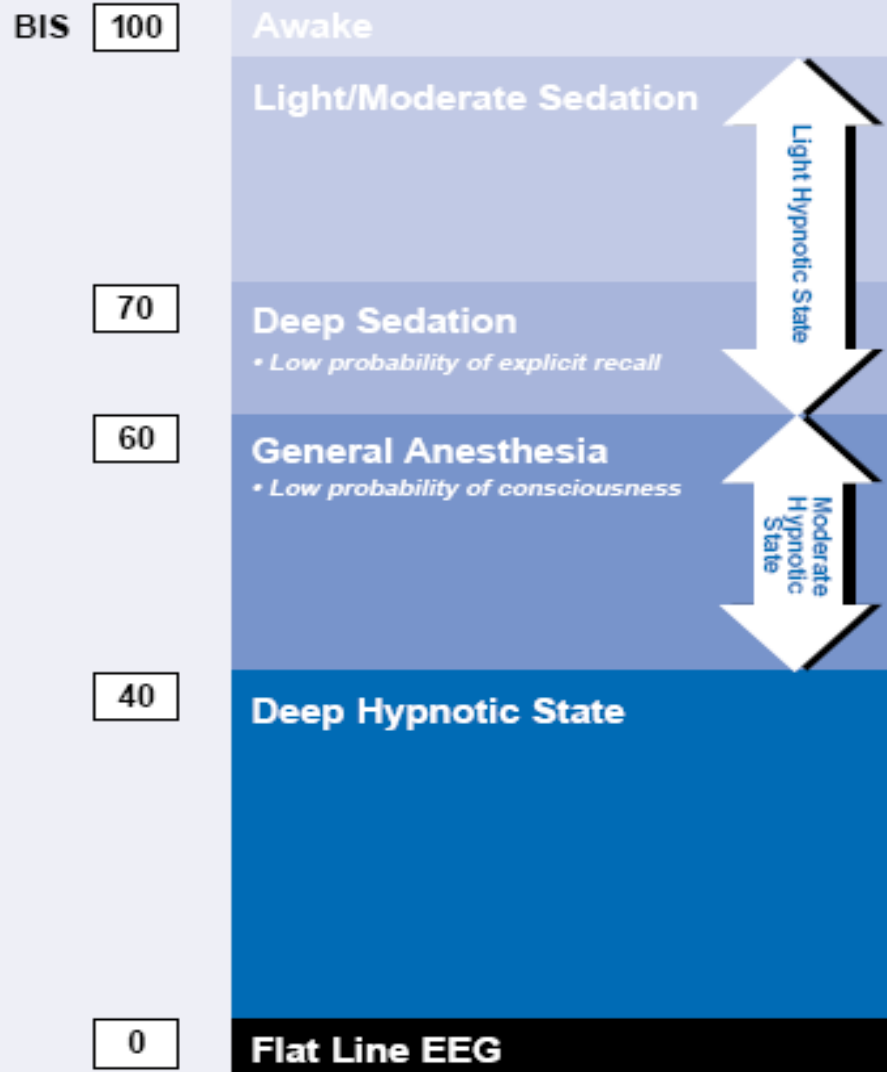
- **Bispectrálny index**
- **EMG** krivku
- **Indikátor kvality signálu ( filtrácia)**
- **Index supresie**
- **EEG** morfy
- **Celkový výkon**
- **Hraničná spektrálna frekvencia**



# BIS algoritmus

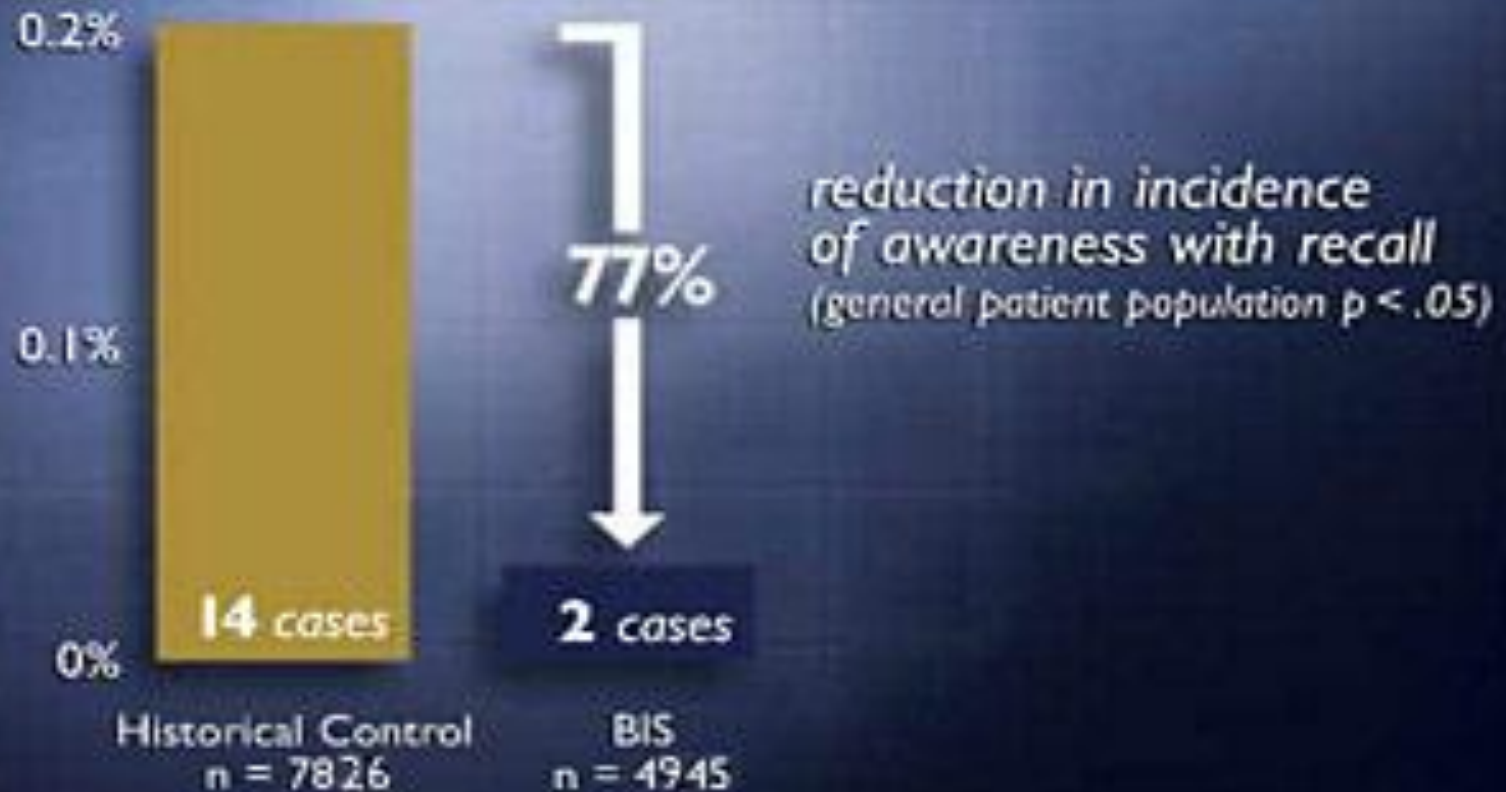
Tento algoritmus umožňuje optimálnu kombináciu uvedených rysov EEG a poskytuje primerané spracovanie EEG parametrov a v nich účinky anestetík a sedatív na BIS index.

# BIS RANGE GUIDELINES



# SAFE 2 Trial

## Safe-2 Trial<sup>2,3</sup>



# Úloha a postavenie anestéziológa



- **Anestéziológovia** môžu najlepšie **zabrániť** **intraoperačnému uvedomovaniu** pomocou dobrej informovanosti o možnostiach vedomej snahy zabrániť uvedomovaniu.



**Opatrnost' a vedomost' je pravou hodnotou anestéziológa.**





**Ďakujem**

**Vám za**

**Vašu**

**láskavú**

**pozornosť**

