



EEG i klinisk praksis – en patientcentreret approach

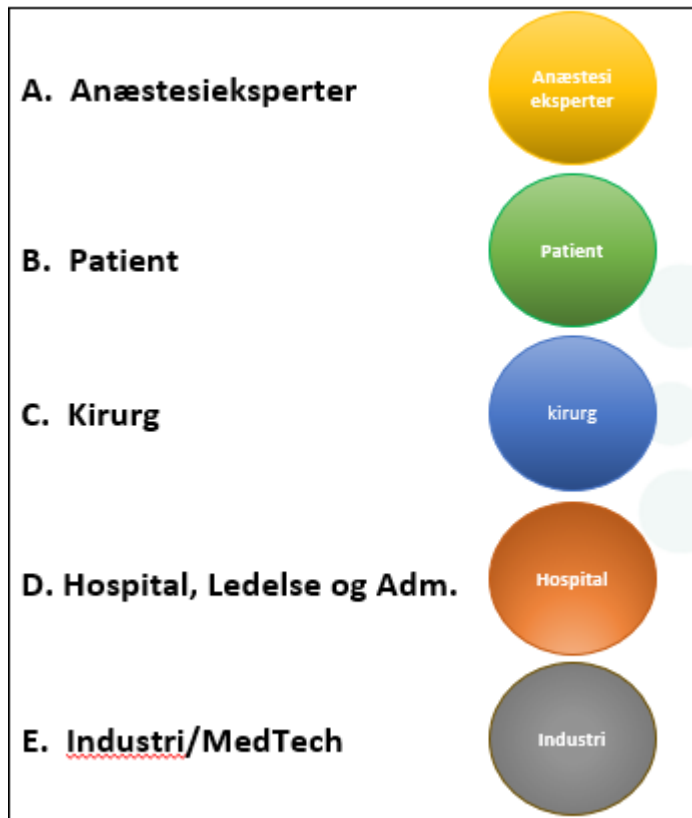
Karina Jakobsen

Klinisk sygeplejespecialist



Personcentreret behandling & Patientcentreret præcisionsbehandling (PC)²

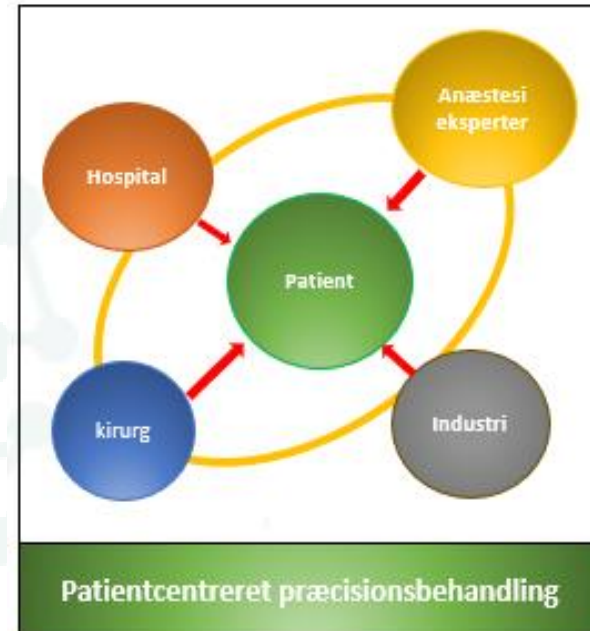
Spørgsmål: Hvem skal være centrum for vores behandling?



1



2

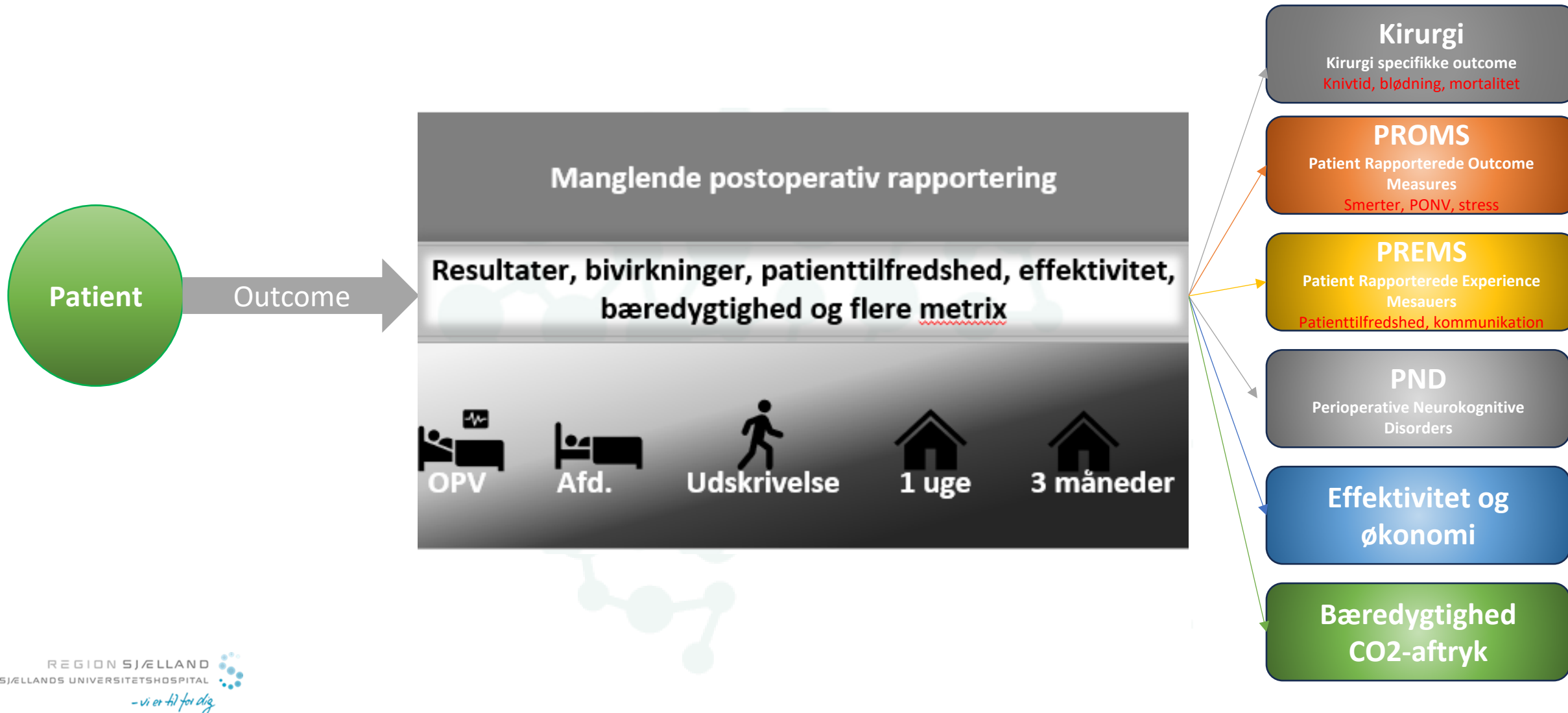


3



Postoperative outcomes og bivirkninger

-er indbyrdes afhængige og komplekse



...nogle af de mulige bivirkninger ift. anæstesi



Side effects of general anesthesia can include:

- Nausea and vomiting
- Sore throat
- Postoperative delirium
- Muscle aches
- Itching
- Chills and shivering (hypothermia)

Rarely, general anesthesia can cause more serious complications, including:

- Postoperative delirium or cognitive dysfunction
- Malignant hyperthermia

PROMS Patient Rapporterede Outcome Measures

Smerter

PONV

Irritation i halsen

Kløe

Shivering

Velbefindende

Angst

Stress

PND Perioperative Neurokognitive Disorders

Postoperative delirium

Delayed Neurocognitive Recovery

Mild or Major Neurocognitive Disorder

PREMS Patient Rapporterede Experience Measures

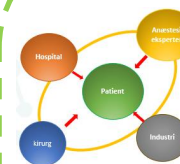
Effektivitet og økonomisk påvirkning

Bæredygtighed / CO2-aftryk

Perspektiver på dhvor focus er på den anæstesiologiske behandling



Personcentreret behandling



Patientcentreret
præcisionsbehandling

Dette er os der dagligt yder
den bedste perioperative
behandling

Outcome

PROMS
Patient Rapporterede Outcome
Measures

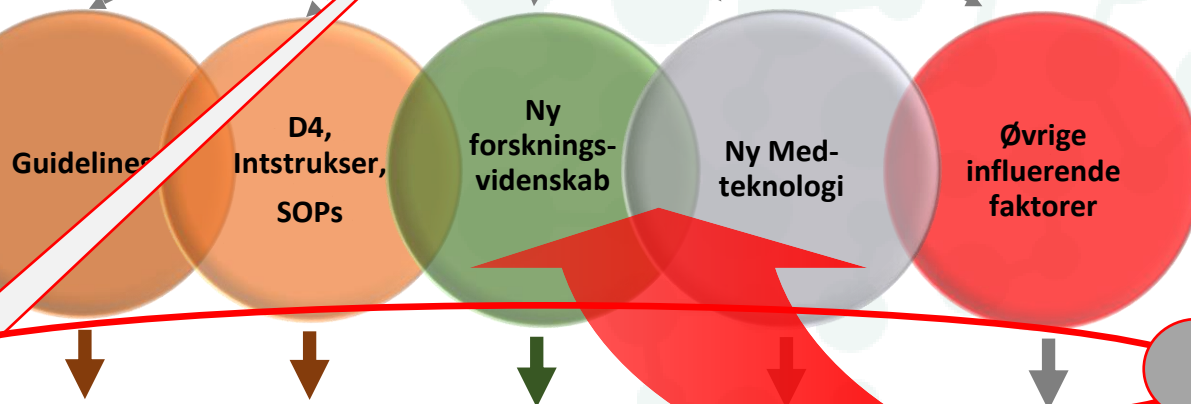
PREMS
Patient Rapporterede Experience
Measures

PND
Perioperative Neurokognitive
Disorders

Effektivitet og
økonomi

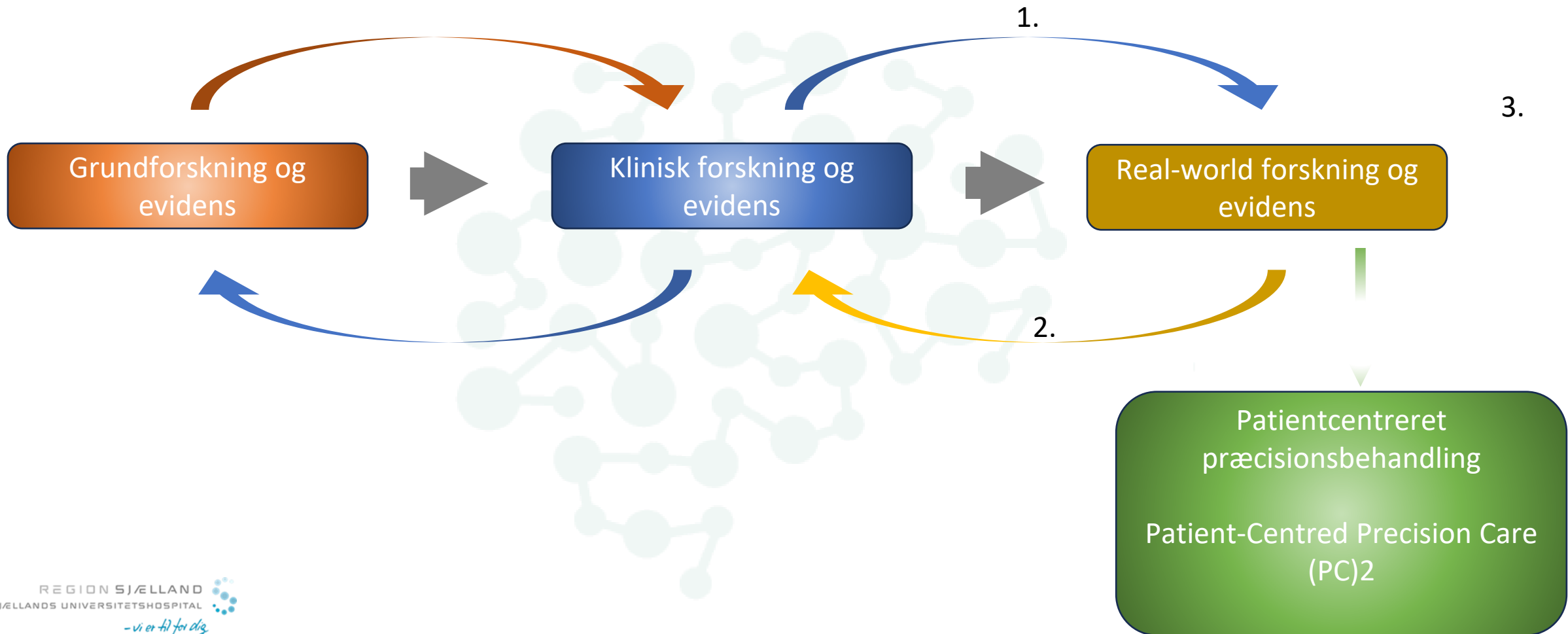
Bæredygtighed
CO2-aftryk

Kirurgi
Kirurgspecifikke outcome

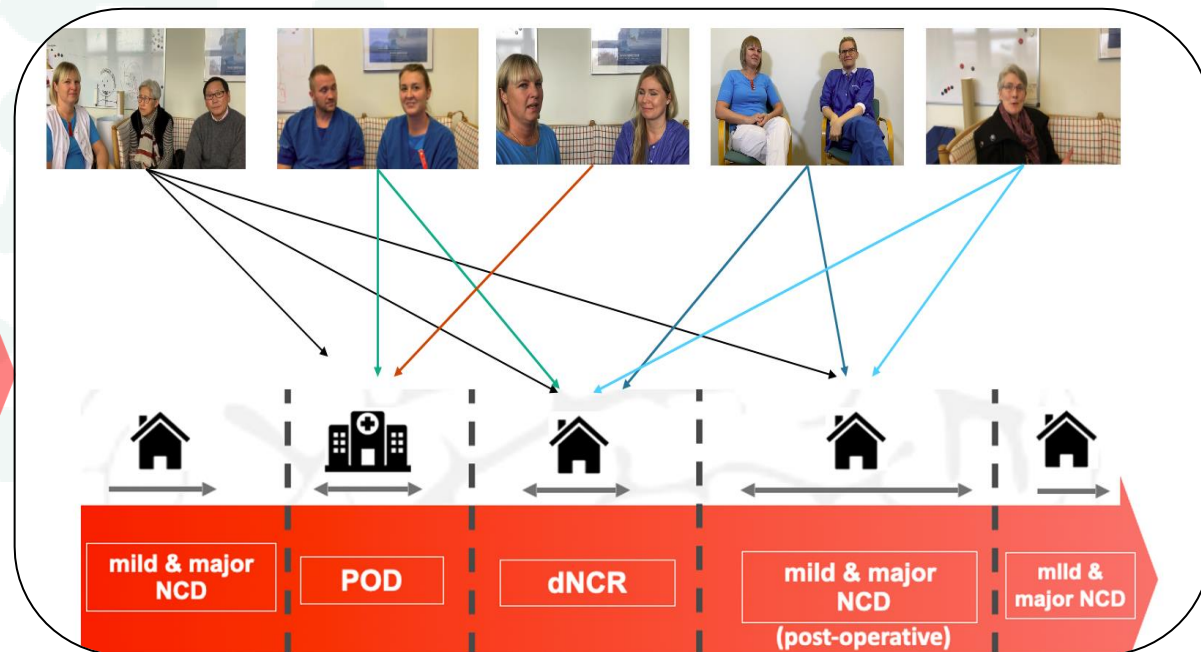
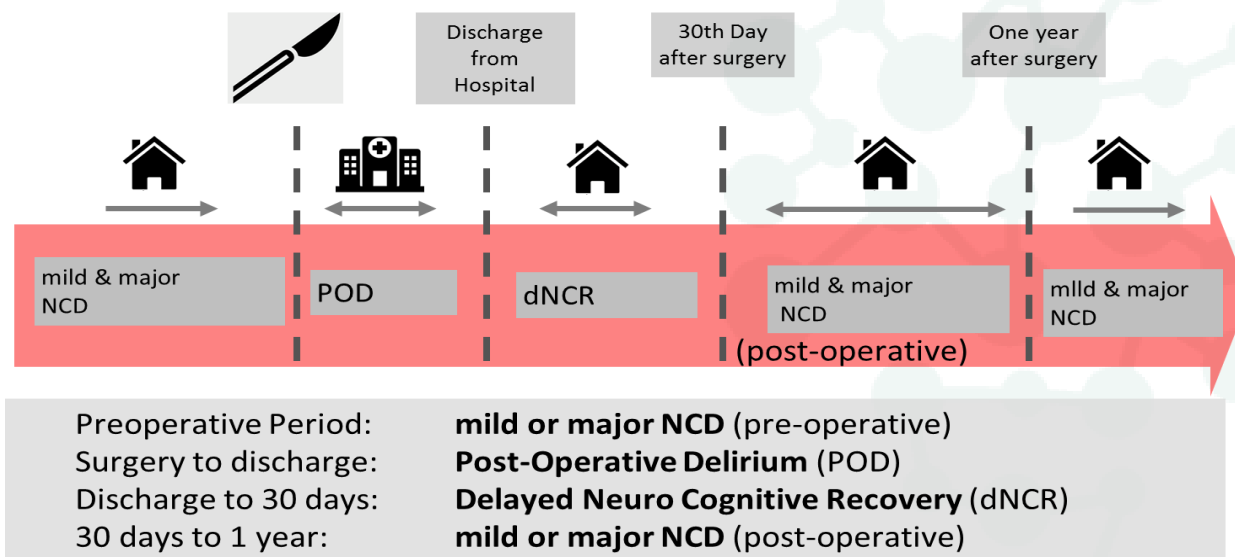


SBI (PC)²

Real-world data evidence



PND Perioperative Neurokognitive Disorders



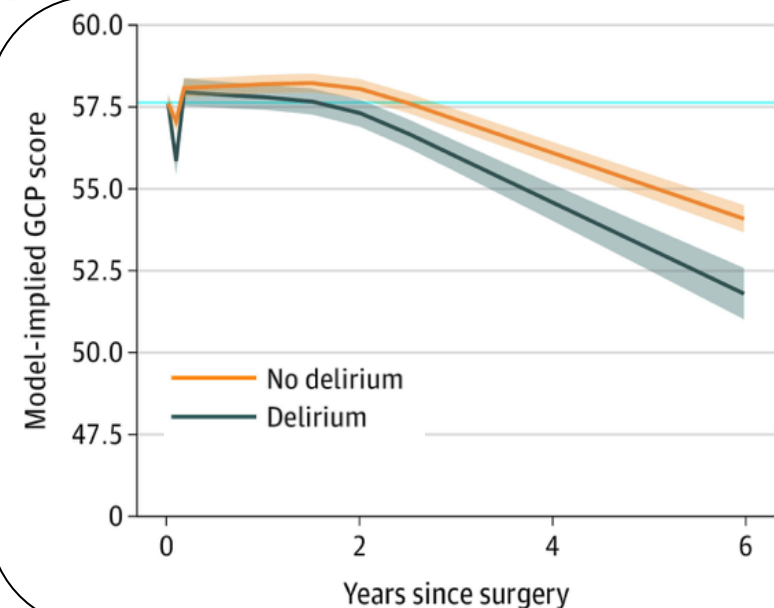


Outcome

Six-Year Cognitive Trajectory in Older Adults Following Major Surgery and Delirium

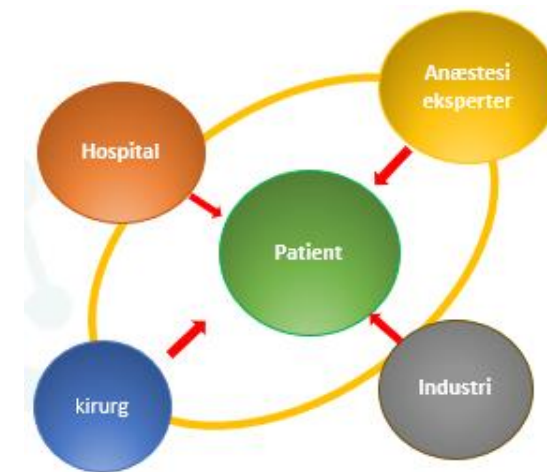
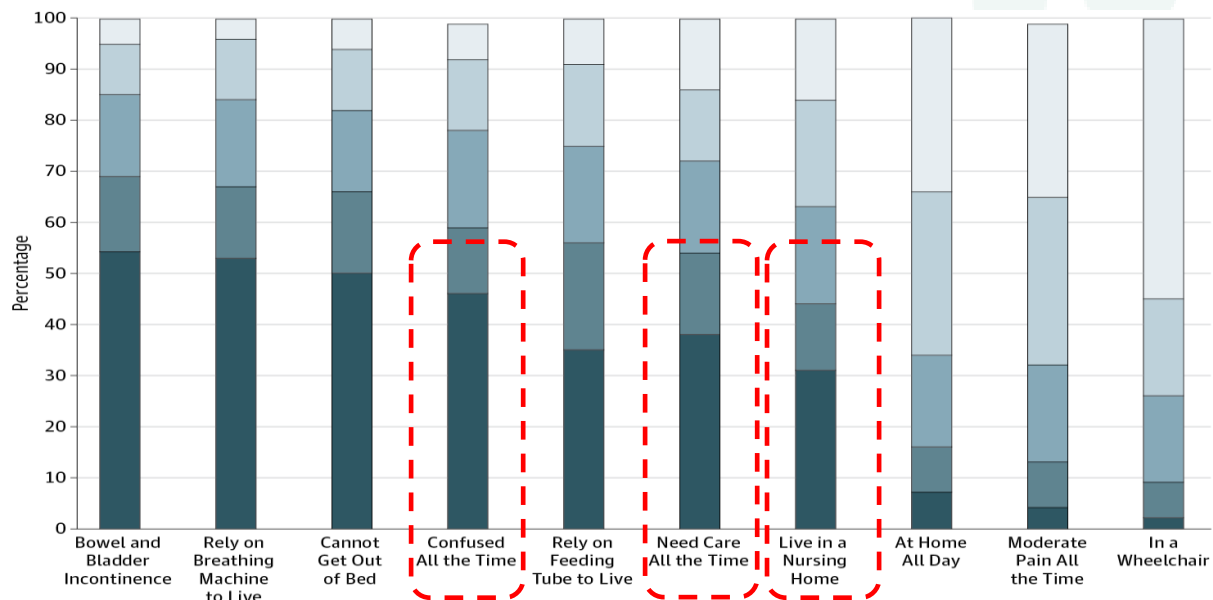
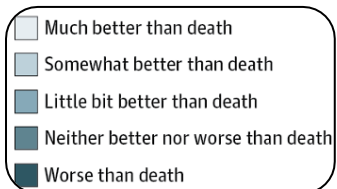
[Zachary J. Kunicki](#), PhD, MS, MPH,¹ [Long H. Ngo](#), PhD,² [Edward R. Marcantonio](#), MD, SM,³
[Douglas Tommet](#), MS,¹ [Yi Feng](#), MA,⁴ [Tamara G. Fong](#), MD, PhD,⁵ [Eva M. Schmitt](#), PhD,⁶

- **POD med et forløb af kognitiv nedgang over 5 år**
- **Prospektiv, observationel kohortestudie med langvarig opfølgning**
- **Inkluderede 560 ældre voksne (>70 år)**
- **24% af patienterne udviklede POD**
- **POD var forbundet med en 40% kognitiv tilbagegang, op til 72 måneder efter elektiv kirurgi (hurtigere kognitiv tilbagegang)**
- **Denne kognitive tilbagegang skete 40% hurtigere end hos dem, der ikke udviklede delirium efter operationen.**



GCP = general cognitive performance
Longitudinal (over tid) kognitiv ændring

Hvilket postoperativt negative outcomes opfattes af patienterne som: "alvorlige eller værre end døden"?



Behandlings-outcome der er:
"værrer eller lig med død" (% af patienterne)

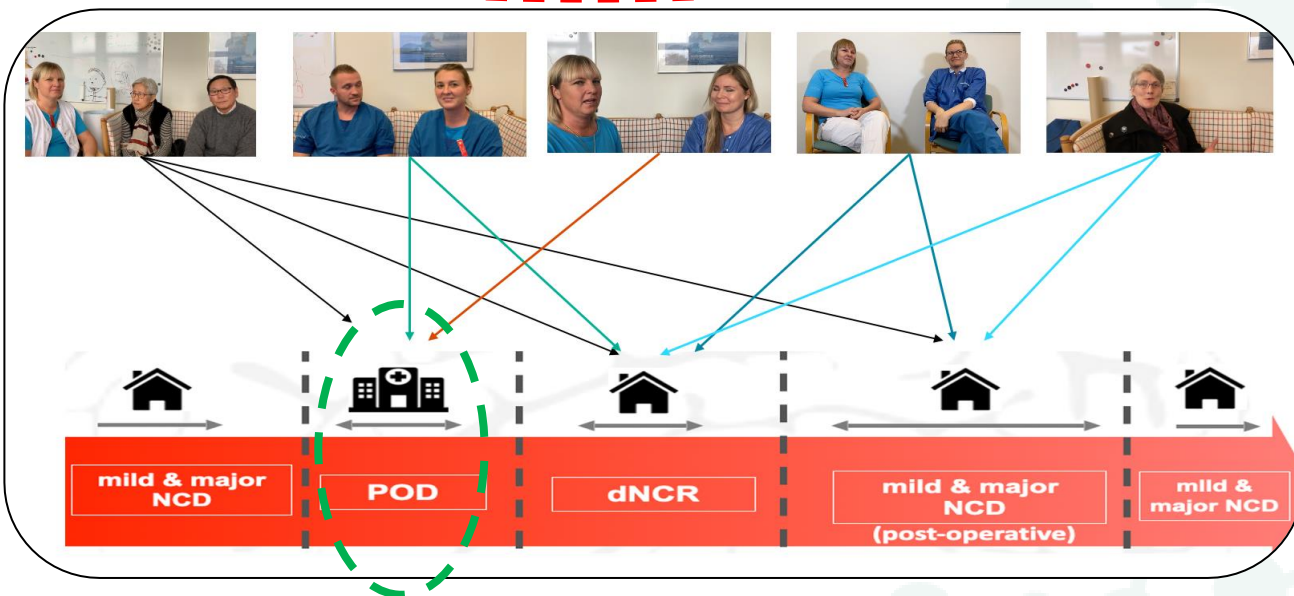
Plejekrævende, hele tiden 55%

Konfusion, hele tiden 58%

Bo på plejehjem 62%

Post-operative komplikationer påvirker patienten, pårørende og samfundet

Perioperative Neurocognitive Disorders (PND)



Det er ikke kun de ældre og skrøbelige patienter der påvirkes

Der ses påvirkning op til 1 år post-operativt

EJA

Eur J Anaesthesiol 2023; **40**:1–28

OPEN

GUIDELINES

Update of the European Society of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine evidence-based and consensus-based guideline on postoperative delirium in adult patients

Task Force: César Aldecoa, Gabriella Bettelli, Federico Bilotta, Robert D. Sanders, Claudia D. Spies

A topic of important medical and public health relevance

- with impact on patient's health & life perspective
- severe consequences for the families,
- healthcare system and the society as a whole.

The Economic Implication of postoperative Delirium

Original Investigation

ONLINE FIRST

February 24, 2021

One-Year Medicare Costs Associated With Delirium in Older Patients Undergoing Major Elective Surgery

• cohort study of 497 older adults undergoing major elective surgery

• the initial inpatient hospital costs for one patient w/ an episode of POD	= \$ 20 327
• the yearly cumulative costs for one patient w/POD	= \$ 44 291
• total costs to the US health care system of the 700 000 such annual delirium episodes in the Medicare population	= \$ 32.9 billion

Postoperativ Delirium (POD)

Guideline Recommendations

Evidens fra klinisk forskning

Evidens fra real-world (PC)²

EJA
OPEN

GUIDELINES

Update of the European Society of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine evidence-based and consensus-based guideline on postoperative delirium in adult patients
Task Force: César Aldecoa, Gabriella Bettelli, Federico Bilotta, Robert D. Sanders, Claudia D. Spies

Recommendation 4.3	Quality of the evidence	Strength of recommendation
We recommend multicomponent nonpharmacological interventions in all patients at risk of POD.	Moderate	Strong

Recommend:

**Multicomponent
Nonpharmacological interventions**

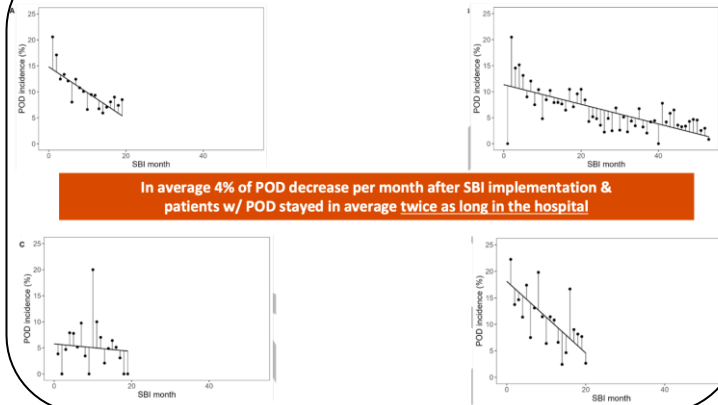
Effects of Multi-component Care Bundles on POD
- Blunting the surgical stress response -

Cochrane Library

- af non-farmakologiske interventioner til forebyggelse af delirium
- 43% reduktion i POD i forhold til standardbehandling.

Non-invasiv bundles reducerer POD >40%

Trend of monthly POD incidences since the SBI care bundle was initiated



In average 4% of POD decrease per month after SBI implementation & patients w/ POD stayed in average twice as long in the hospital

Non-invasiv bundles reducerer POD >60%

ESAIC task force on POD ; Aldecoa et al. EJA 8.2023;

Burton JK et al., Cochrane Database Syst Rev. 2021

Meco/Jakobsen et al, 2024

Det kræver multiintervention at forebygge POD



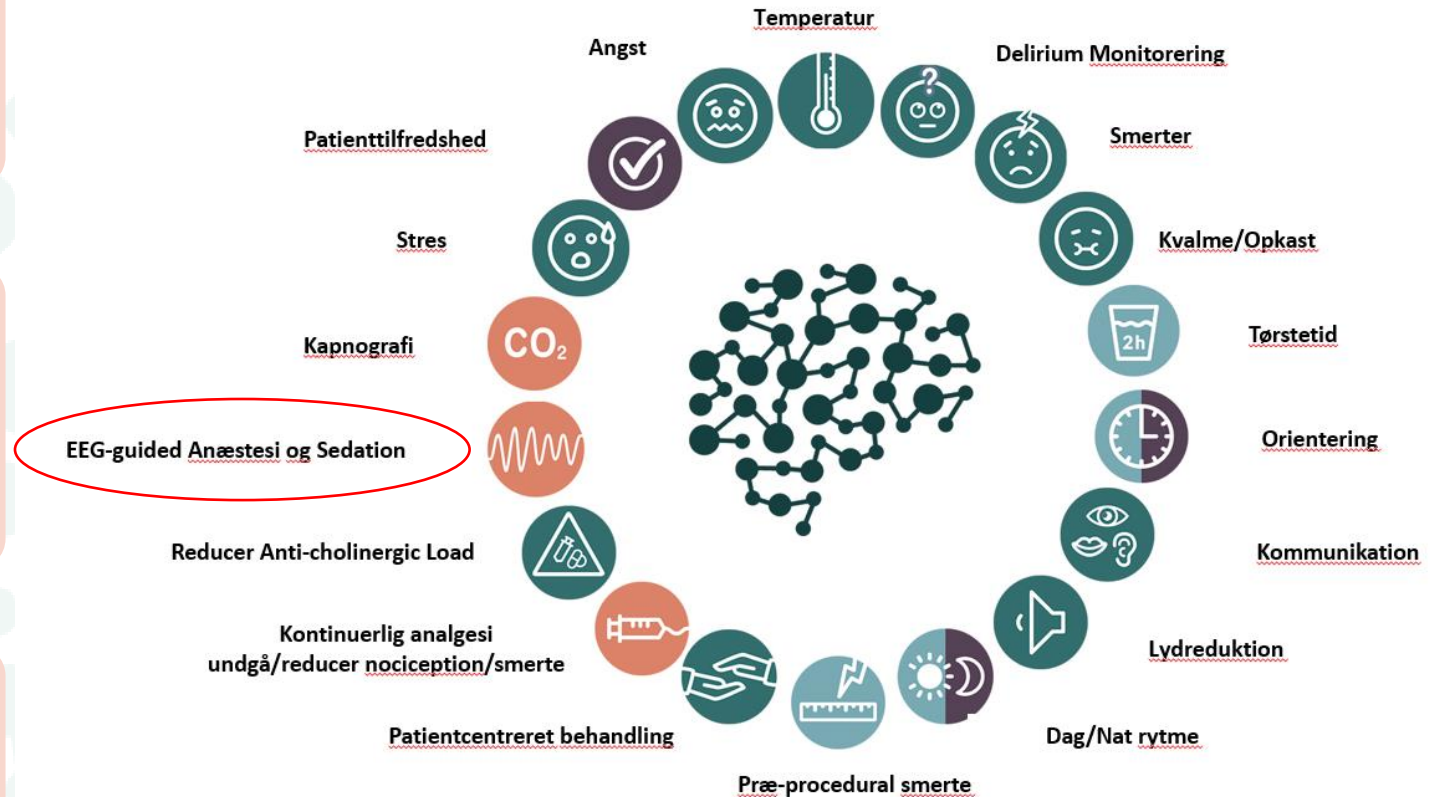
Safe Brain Initiative (SBI) har udviklet et program til forebyggelse af POD/PND



SBI programmet er bygget op omkring et care-bundle der indeholder 18 evidensbaserede guideline rekommandationer



EEG-guided anæstesi er et af de 18 tiltag



Hvad siger Evidensen om EEG under anæstesi?

GUIDELINES

Update of the European Society of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine evidence-based and consensus-based guideline on postoperative delirium in adult patients

Recommendation 5.1

We suggest Index-based EEG-monitoring depth of anaesthesia guidance to decrease the risk of POD.

Recommendation 5.2

We suggest multiparameter, intraoperative EEG monitoring (burst suppression, density spectral array, DSA) during anaesthesia to decrease the risk of POD.

EJAIC

Eur J Anaesthesiol Intensive Care Med 2024; 3:6(e0063)

OPEN

INFOGRAPHIC

REVIEW ARTICLE

Brain health

A concern for anaesthesiologists and intensivists

Vincent Bonhomme, Christian Putensen, Bernd W. Böttiger, Markus F. Stevens, Nandor Marczin, Daniel Arnal, Evgeni Brotfain, Aeyal Raz, Aline Defresne, Elisa Bogossian, Sigal Sviri, Paolo Cardone, Alexander Mair, Chiara Robba, Ozlem Korkmaz Dilmen, Julien Ly, Maria I. Crisan, Jurgen C. De Graaff, Nadia Najafi, Laszlo Vutskits, Anthony Absalom, Igor Abramovich, Quentin Souberbielle, Mona Momeni, Douglas Campbell, Lisbeth Evered, Susana Vacas, Sarah Saxena, Nicolas Bruder, Dilara A. Oksuz, Francisco A. Lobo, Michel van Putten, Marko Sahinovic, Gregory W.J. Hawryluk, Antonia Kustura, Fatima Yürek, Dana Baron Shahaf, Goded Shahaf, Finn Radke and Celine Khalifa

Hvorfor er der behov for EEG monitorering intraoperativt?

Alle er nøgleelementer i Patient-Centred Precision Care (PC)²

Forstå hjernens
reaktion på
sedativer

Nedsætte risiko
for anæstesi-
awareness

Monitere
anæstesidybden

Visualiser og
bekræfte
nociceptiv stimuli

Forebygge
POD/PND

Nedsætte
liggetid på
hospital

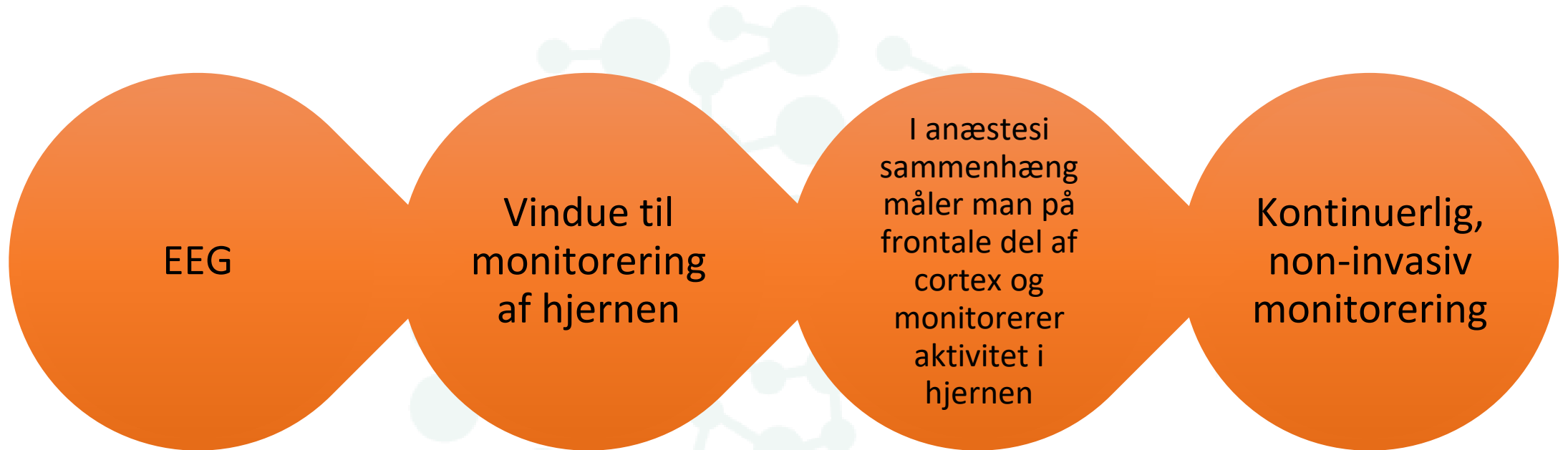
Undgå
denkende skadelige
ændringer på hjerne

Nedsætte
liggetid i OPV

Overvåge ændringer i hjernes
elektriske aktivitet under skiftende
bevidsthedstilstande

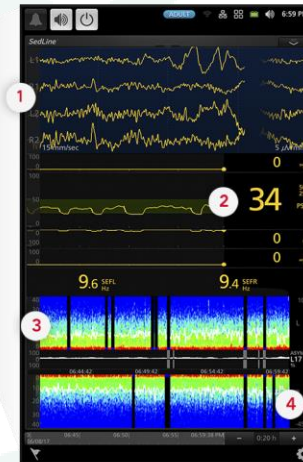
Forebygge
komplikationer

Hvad er EEG?

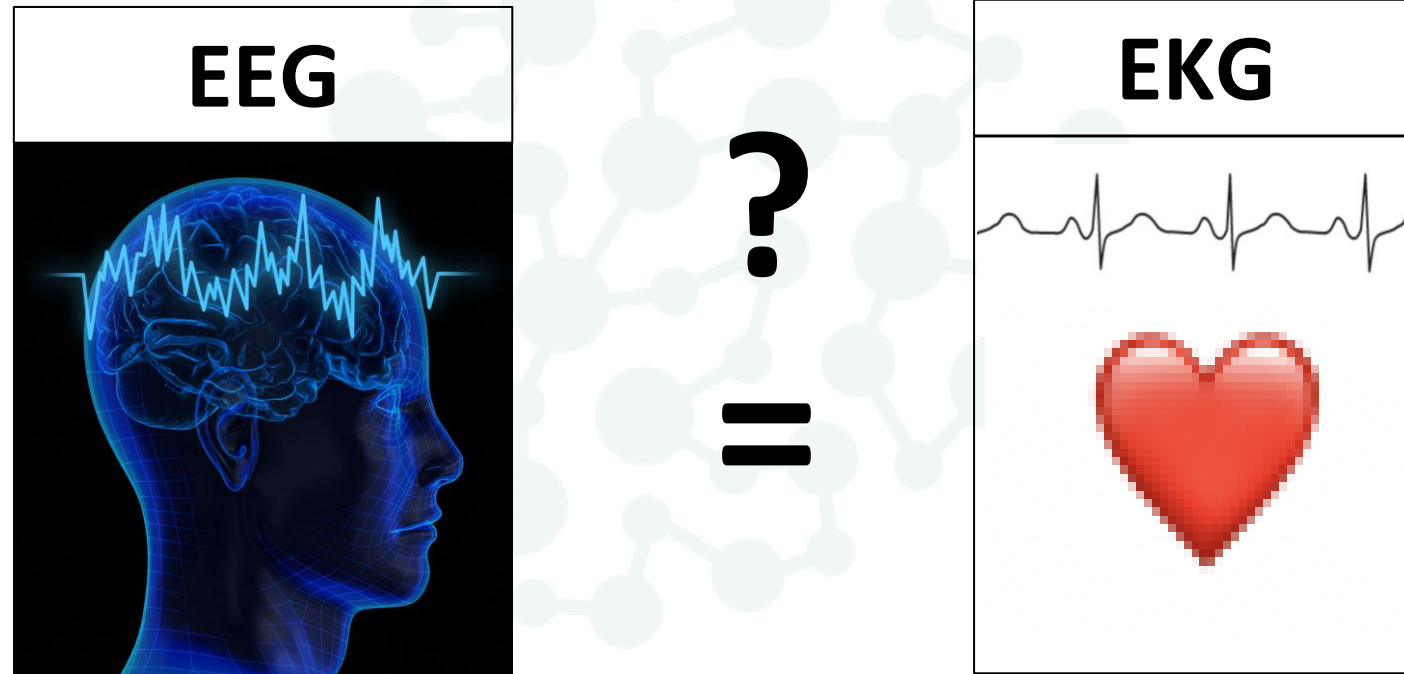




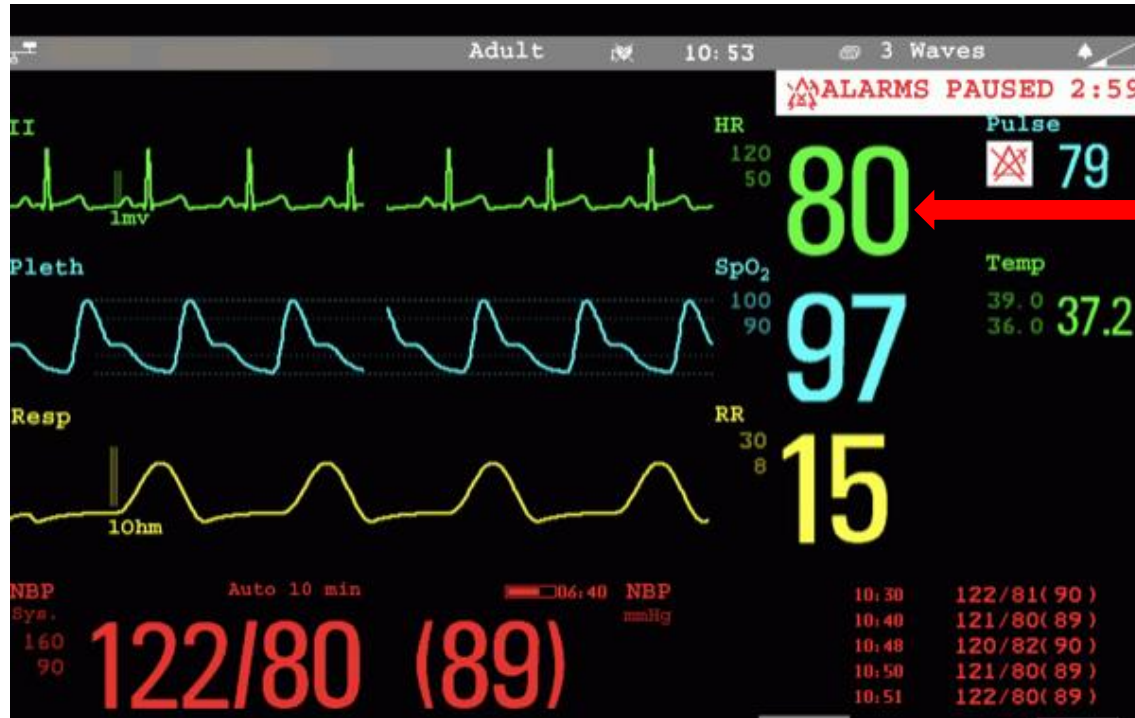
EEG-monitorer til anæstesi - der findes flere modeller på markedet



Anæstesi og monitorering af hjernen



Anæstesi og monitorering af hjernen på mange operationsgange i dag



Puls

Puls og BT influeres af:

- Nociceptiv balance
- Sympatomimetisk aktivering
- Medicin (beta-blokkere)
- Kardiovaskulære funktion
- Volumenstatus

Blodtryk

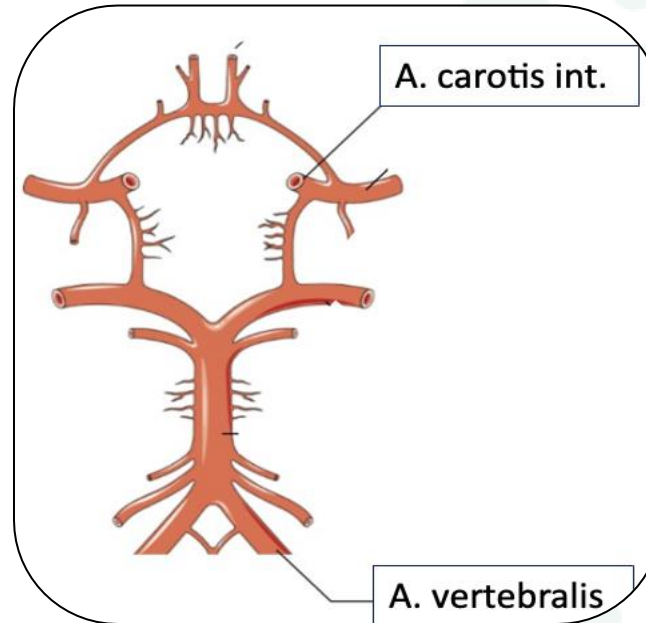
Hvordan anæstesi påvirker den funktionelle connectivitet

1.

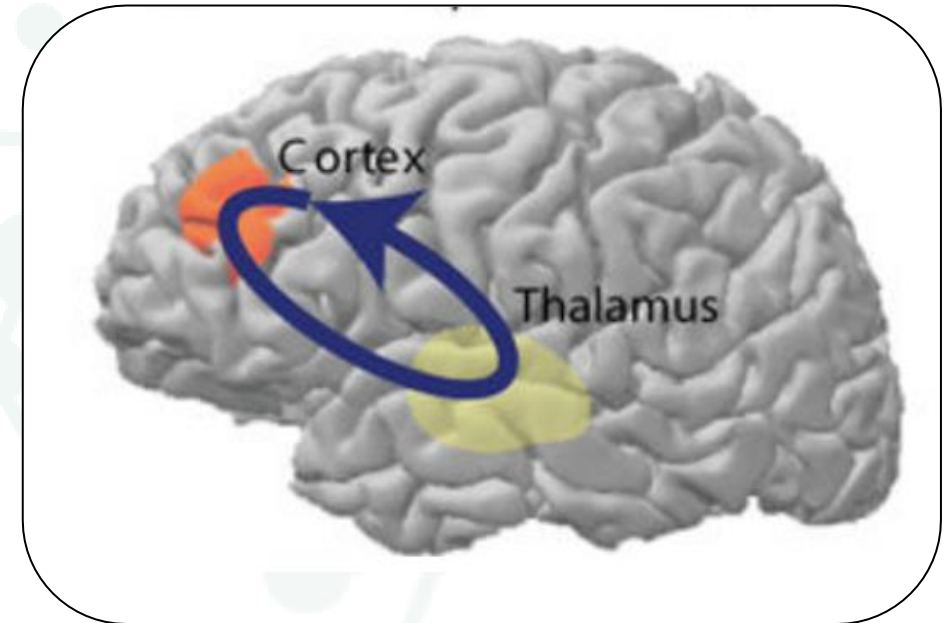
Example:
Propofol



2.

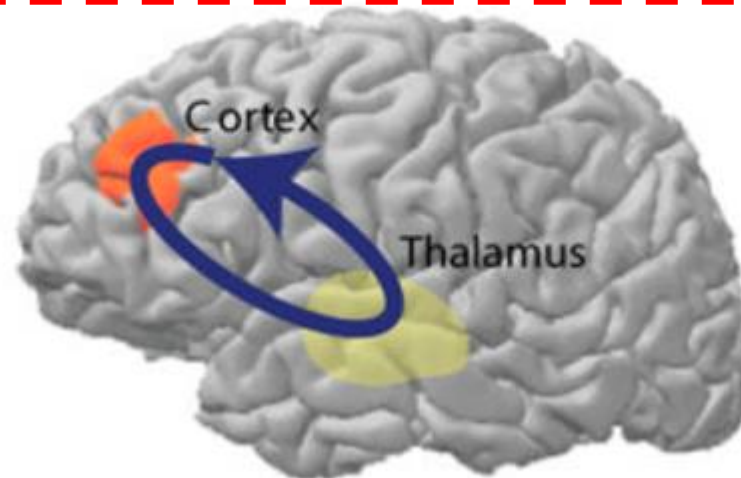
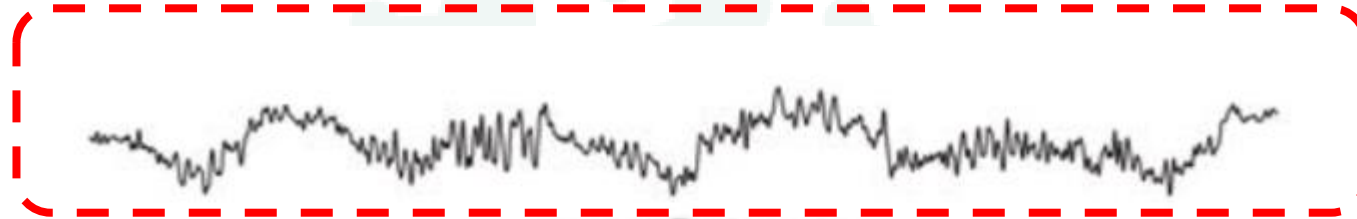


3.



Anæstesi er mega cool !

Propofol og raw-EEG



Normale hjernebølger hos voksne målt i Hz



Vågen

Vågen og afslappet

Søvn

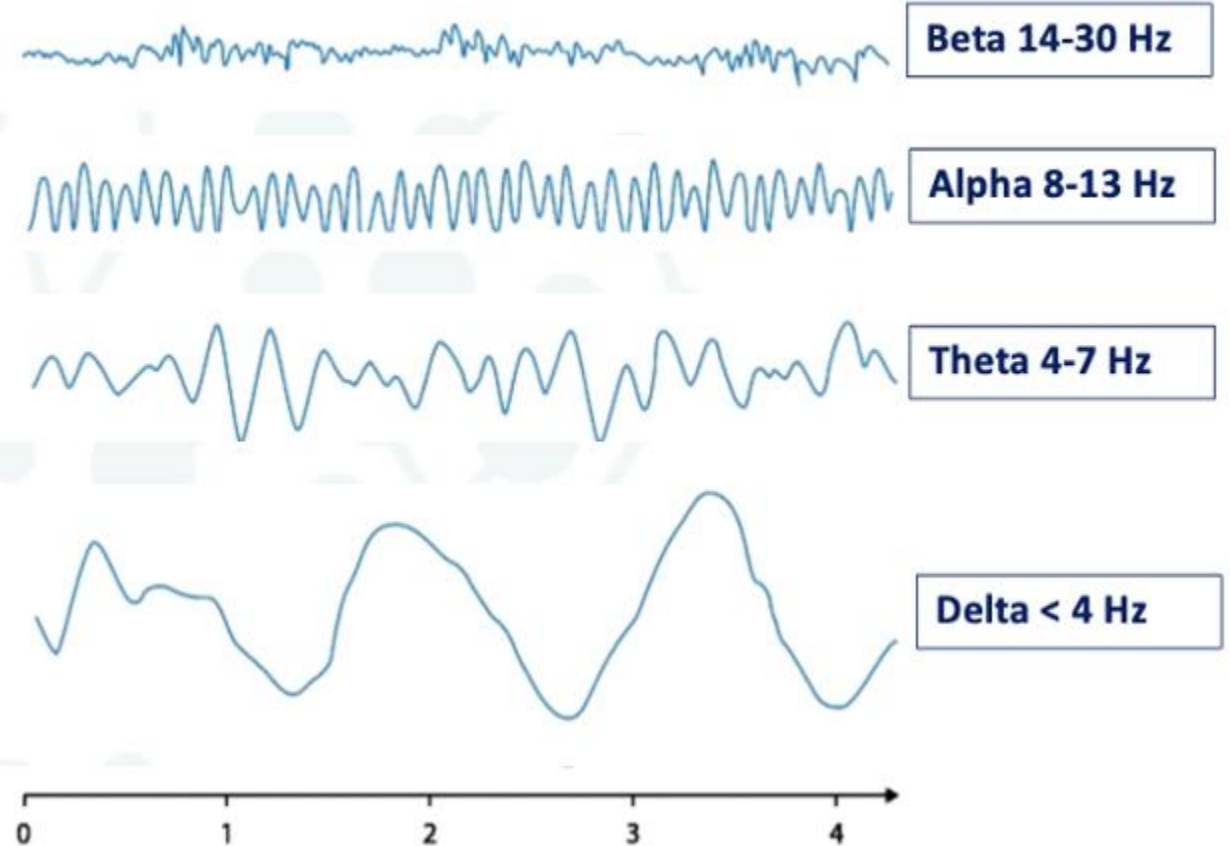
Dyb søvn/Coma/GA

Beta 14-30 Hz

Alpha 8-13 Hz

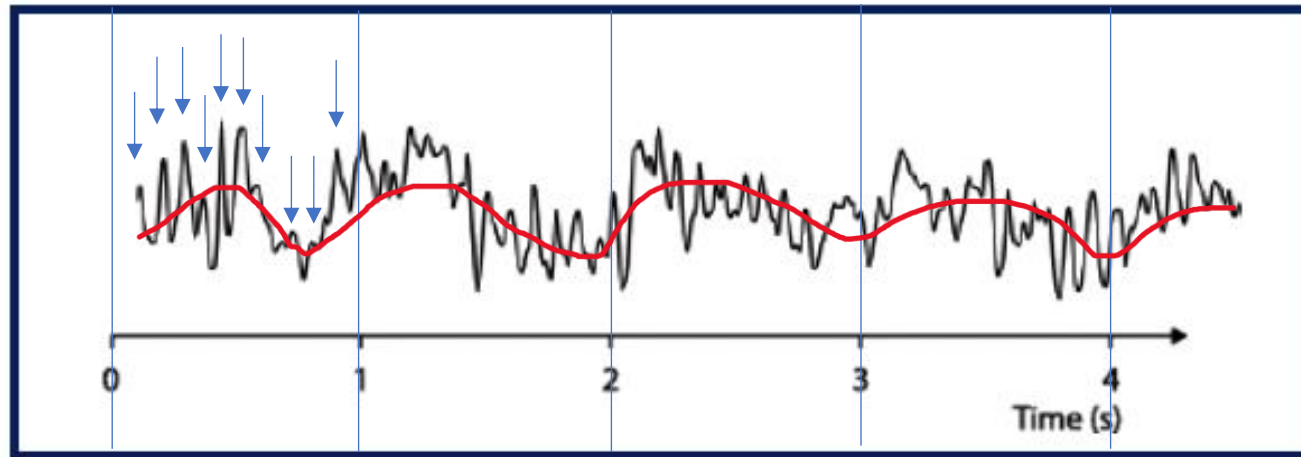
Theta 4-7 Hz

Delta < 4 Hz



Hjernebølger og Hz

- lad og prøve at skalere det ned til **4 sekunder** og lede efter mønstre vi kan genkende



Beta 14-30 Hz

Alpha 8-13 Hz

Theta 4-7 Hz

Delta < 4 Hz

10

13

12

12

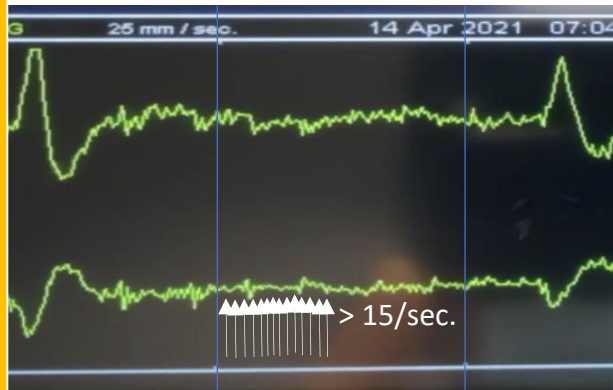
Hz

1-2 Hz



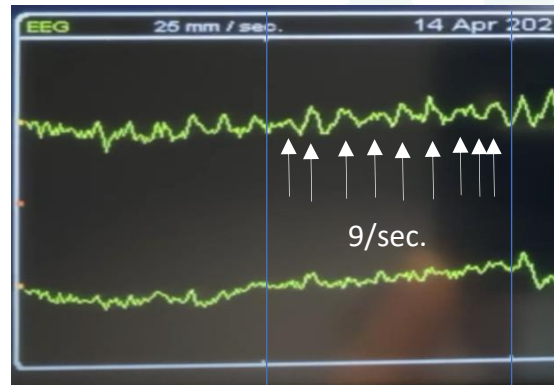
Overgang fra beta dominant rytme til delta dominant rytme

Induktion



beta-
dominant

Beta 14-30 Hz



alpha-
dominant

Alpha 8-13 Hz



theta-
dominant

Theta 4-7 Hz



delta-
dominant

Delta < 4 Hz



Induktion – hvornår registrerer I onset af deltabølger?





Induktion – hvornår registrerer I onset af deltabølger?





Induktion – hvornår registrerer I onset af deltabølger?





Burst-suppression (BS) mål via EEG

-en prædiktør for adverse outcomes

Induktion

Vedligeholdelse

Observational Study **Medicine** OPEN

Intraoperative monitoring parameters and postoperative delirium

Results of a prospective cross-sectional trial

Carolin Jung, MD, Lukas Hinken, MD, Moritz Fischer-Kumbruch, MD, Dominik Trübenbach, MD, Rieke Fielbrand, MD, Isabel Schenk, MD, Oliver Diegmann, MD, Terence Krauß, MD, Dirk Scheinichen, MD, Barbara Schultz, MD

ELSEVIER **British Journal of Anaesthesia**

Br J Anaesth. 2018 Jul; 121(1): 241–248.
Published online 2018 Jan 17. doi: [10.1016/j.bja.2017.10.024](https://doi.org/10.1016/j.bja.2017.10.024)
PMCID: PMC6200110
PMID: 29935578

Intraoperative electroencephalogram suppression at lower volatile anaesthetic concentrations predicts postoperative delirium occurring in the intensive care unit

[B.A. Fritz](#), [H.R. Maybrier](#), and [M.S. Avidan](#)

ANESTHESIOLOGY

Electroencephalogram Burst-suppression during Cardiopulmonary Bypass in Elderly Patients Mediates Postoperative Delirium

Juan C. Pedemonte, M.D., George S. Plummer, M.D., Shubham Chamadia, Ph.D., Joseph J. Locascio, Ph.D., Eunice Hahm, B.S., Breanna Ethridge, B.A., Jacob Gitlin, B.S., Reine Ibala, B.S., Jennifer Mekonnen, B.S., Katia M. Colon, B.S., M. Brandon Westover, M.D., Ph.D., David A. D'Alessandro, M.D., George Tolis, M.D., Timothy Houle, Ph.D., Kenneth T. Shelton, M.D., Jason Qu, M.D., Oluwaseun Akeju, M.D., M.M.S.C.I.

ANESTHESIOLOGY 2020; 133:280–92

Intraoperative Electroencephalogram Suppression Predicts Postoperative Delirium

Bradley A. Fritz, M.D.,
Department of Anesthesiology, Washington University School of Medicine, St. Louis, Missouri

RESEARCH ARTICLE

Open Access

Intraoperative burst suppression is associated with postoperative delirium following cardiac surgery: a prospective, observational study

Martin Soehle^{1**}, Alexander Dittmann^{2†}, Richard K Ellerkmann¹, Georg Baumgarten¹, Christian Putensen¹ and Ulf Guenther¹

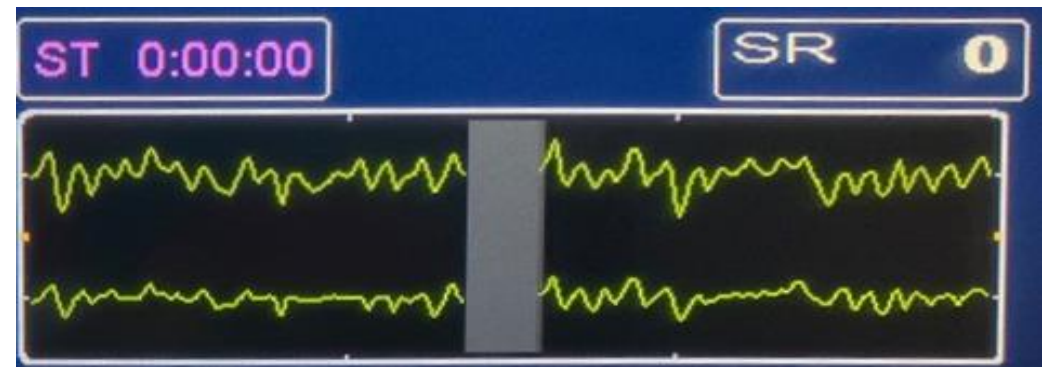
"EEG suppression er en selvstændig risikofaktor for udvikling af postoperativt delirium"
"For hver 5 minutter i EEG suppression øges risikoen for POD med 22%."



Burst suppression (BS) er nem at genkende på RAW-EEG



Undgå suppression i RAW EEG -brug hjælpeværktøjerne ST+SR



ST = Suppression Time

Kumulativ tid brugt i EEG
supprimeret tilstand i timer,
minutter og sekunder
(uret tæller kontinuerligt
under anæstesen)

SR = Suppression Ratio

Procentdelen af tid, over de
sidste 63 sekunder, hvor
EEG var suppresseret
(flad eller isoelektrisk)

SR:11 = En iso-elektrisk
hændelse på over 11% de
sidste 63 sekunder

DSA = Density Spectral Array



Grafisk tredimensionel gengivelse af patientens RAW-EEG - frekvens og power



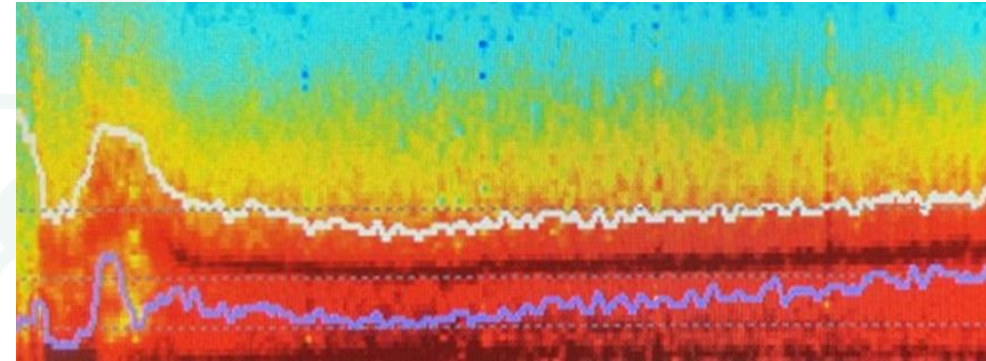
Farvekoden hjælpe med at identificere, hvilke frekvenser/Hz der er mest dominerende i EEGét



Rød = høj power (>7dB)



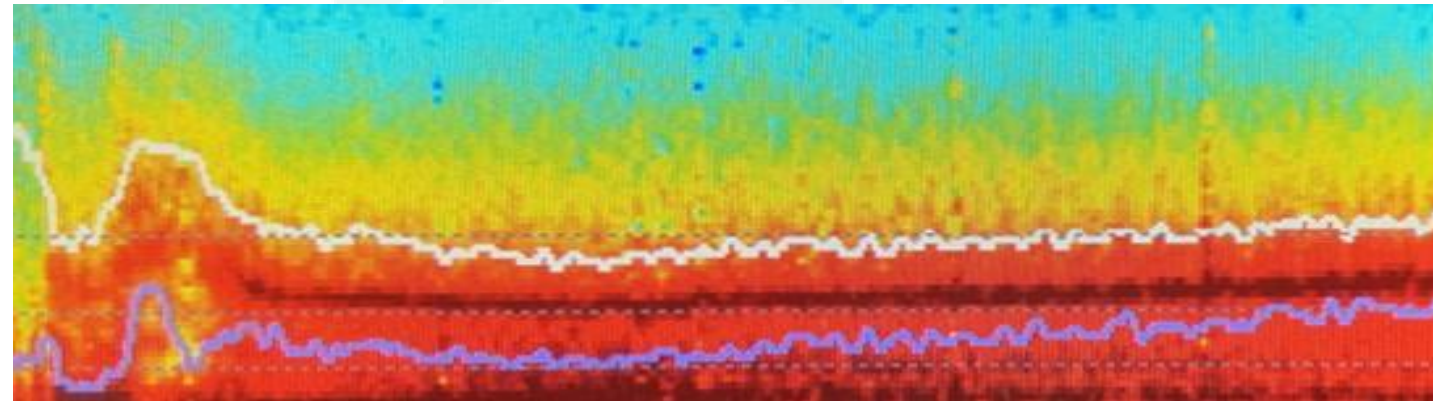
Blå = lav power (<7dB)



Hvis du kikker ind af døren på en operationsstue hvilket DSA mønster ville du ønske for dig selv under anæstesi, når du ved at;

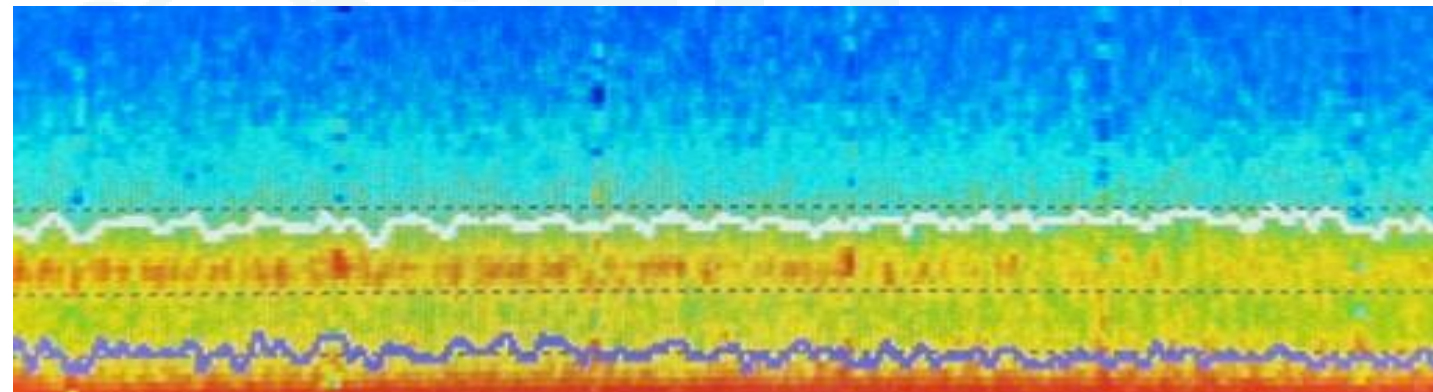
RØD = POWER

Alpha-power er indikator på en sund/rask hjerne under GA



Alpha power

Alpha power



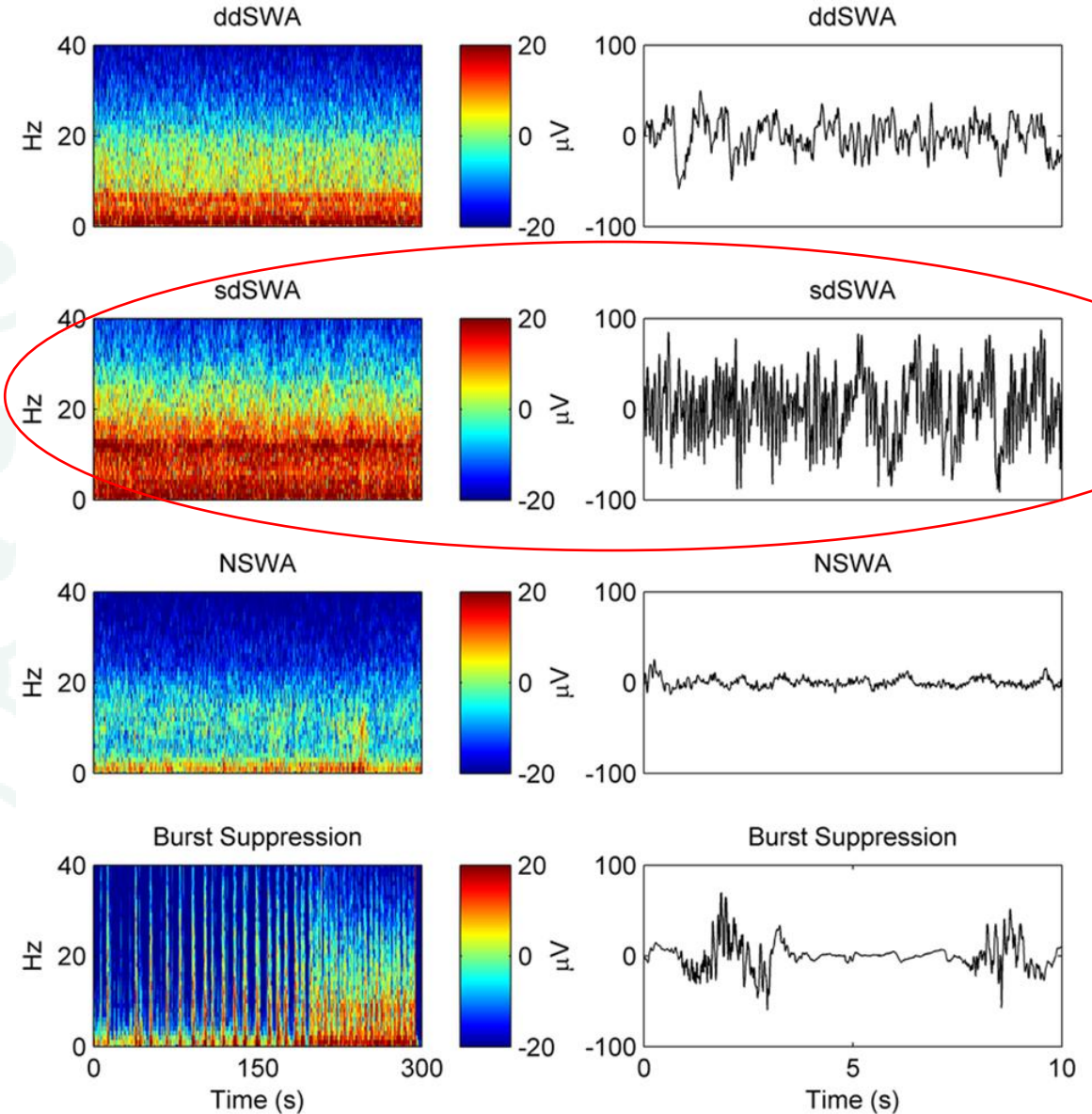
DSA mønstre og kendetegn

ddSWA: Delta Dominant Slow Wave Anesthesia

sdSWA: Spindle Dominant Slow Wave Anesthesia

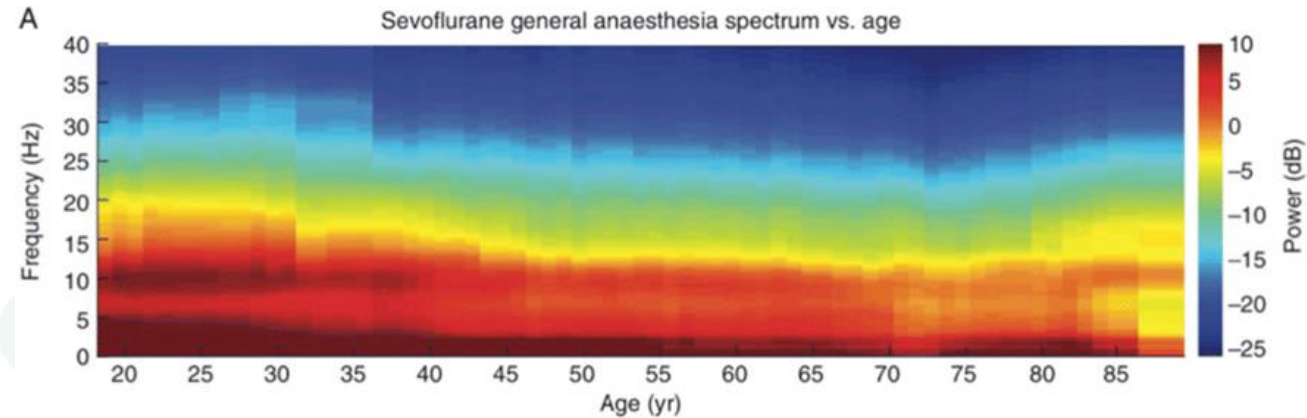
NSWA: Non Slow Wave Anesthesia

BS: Burst Suppression

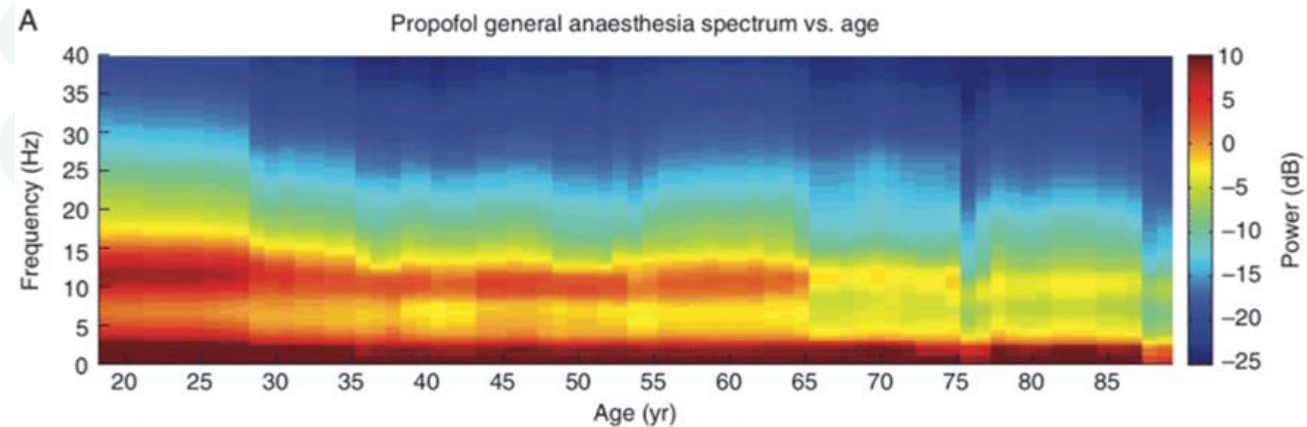


DSA mønster, anæstesimidler og alder

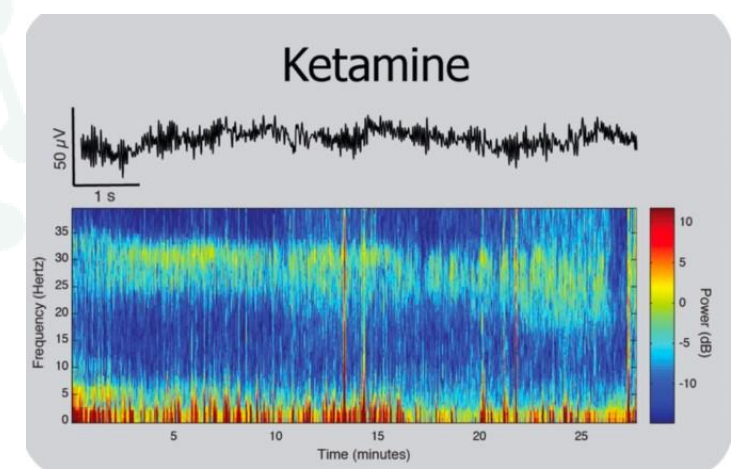
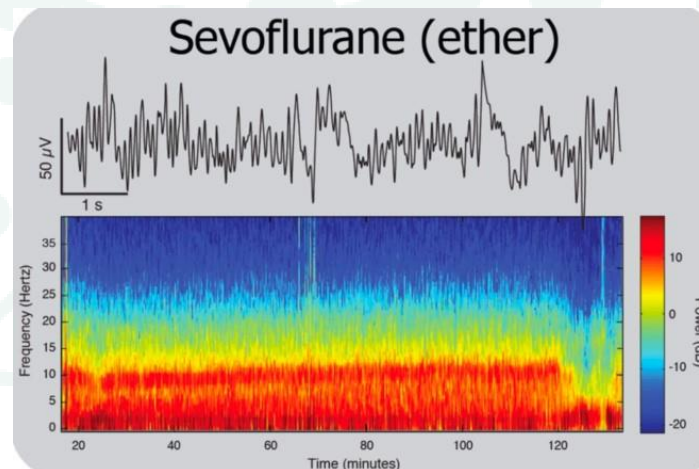
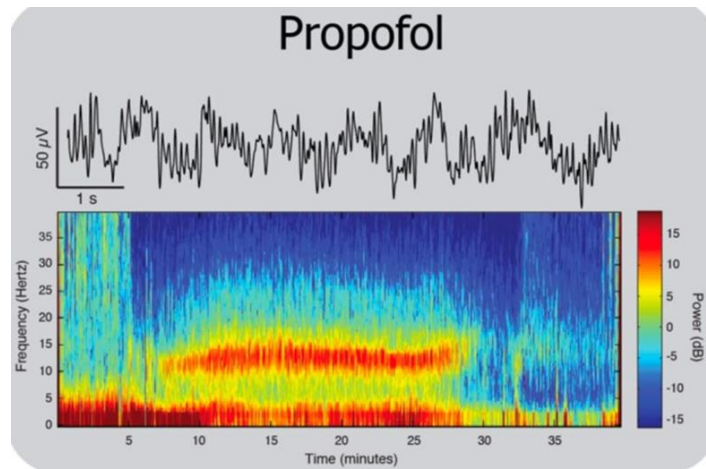
Sevofluran



Propofol



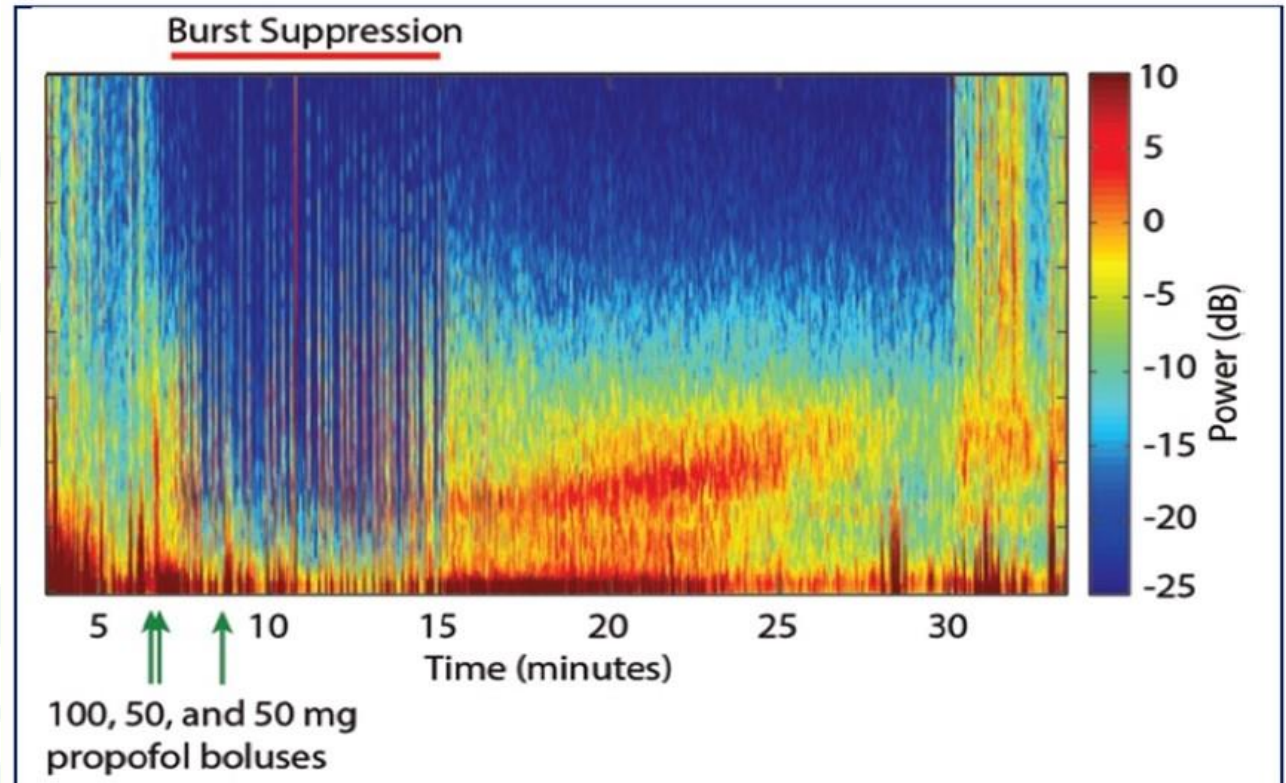
Anæstesimidler og EEG/DSA



Analyse, DSA

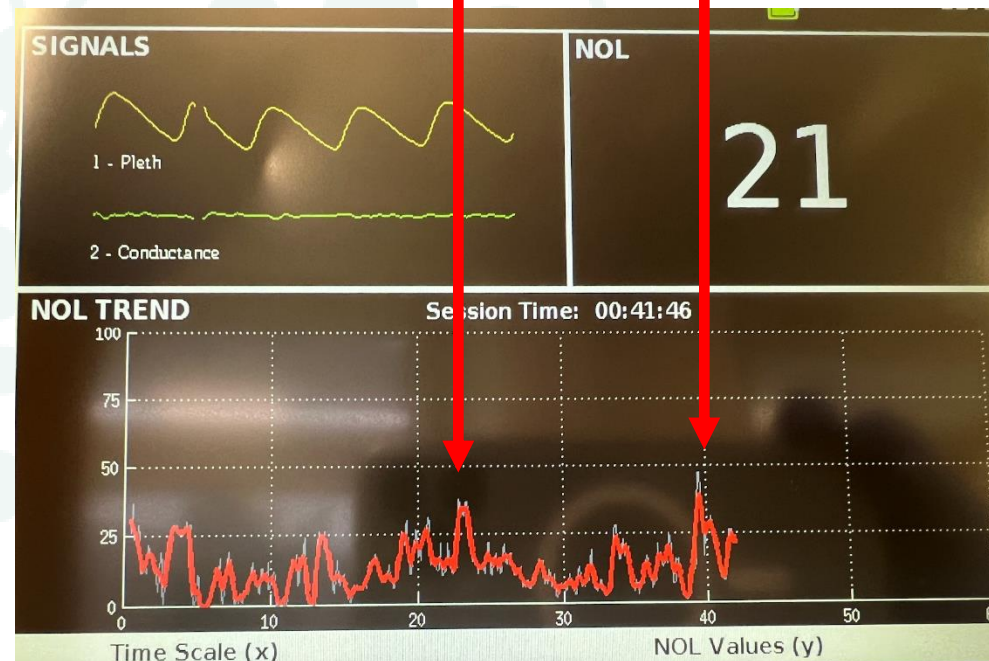
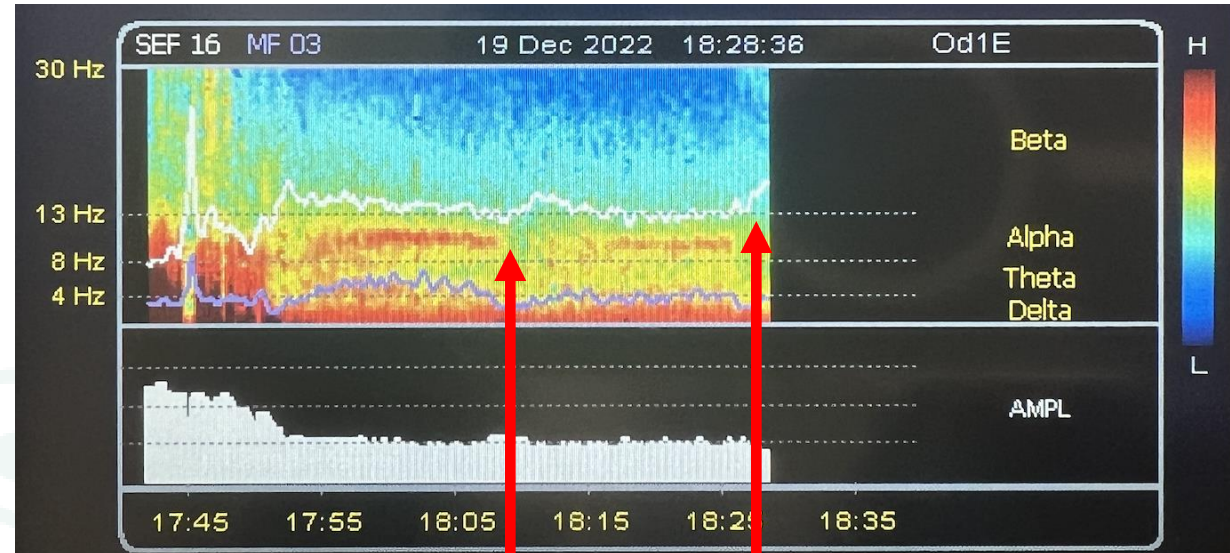


- Anæstesiform: SEVO anæstesi
- Data: Yngre patient
- Induceres med: 100 + 50 + 50 mg Propofol IV
- DSA 7. minut: Burst Suppression
- DSA 15. minut: Delta Dominant Slow Wave Anesthesia
- DSA 18. minut: Spindle Dominant Slow Wave Anesthesia
- DSA 28. minut: Patienten vækkes



Sammenhæng mellem EEG/DSA og øget nociceptiv stimuli

-monitorer kan hjælpe os med at bekræfte hvorvidt årsagen til Alpha dropout kan være nociceptiv



Alpha dropout, hvilken kontekst?

Evaluere, om det pludselige tab af alfa-bånd repræsenterer:

1. en benign fysiologisk ændring?
2. eller om det indikerer et mere alvorligt underliggende problem, der kræver medicinsk opmærksomhed?

Kontekst	JA	NEJ
Øget nociceptiv stimulering i operationsfeltet?		
Ændret anæstesidybde?		
Administreret opioider IV?		
Administreret benzodiazepiner IV?		
Administreret Ketamin IV?		



Case a:

Intraoperative Suppression i
DSA, umiddelbart efter
tourniquet er løsnet.

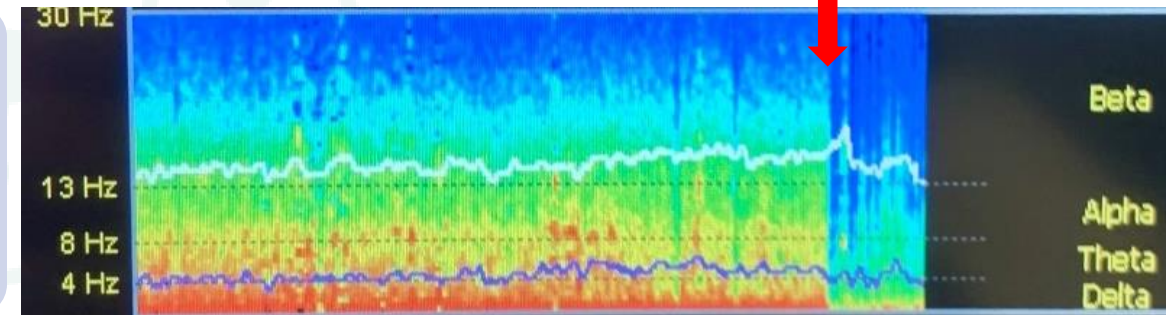
sdSWA → NSWA



Case b:

Intraoperative Suppression i
DSA, umiddelbart efter adm. af
2.5 mg Midazolam IV
(alkoholanamnese)

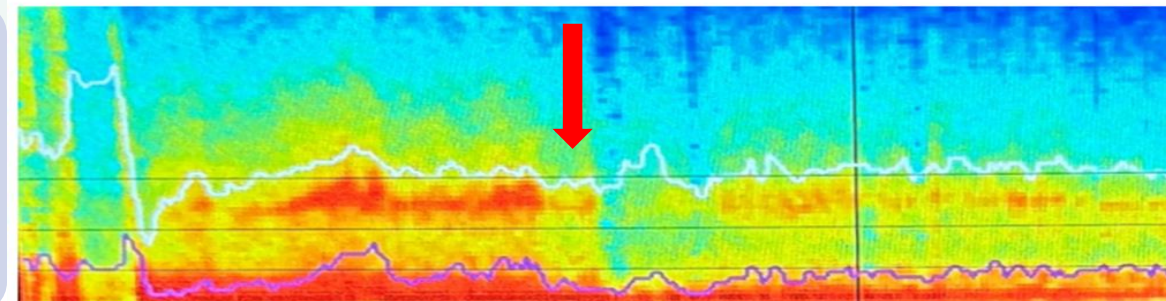
ddNSW → BS



Case c:

Intraoperative nociceptive
stimuli

sdSWA → NSWA

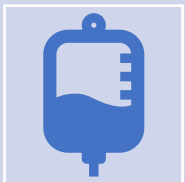
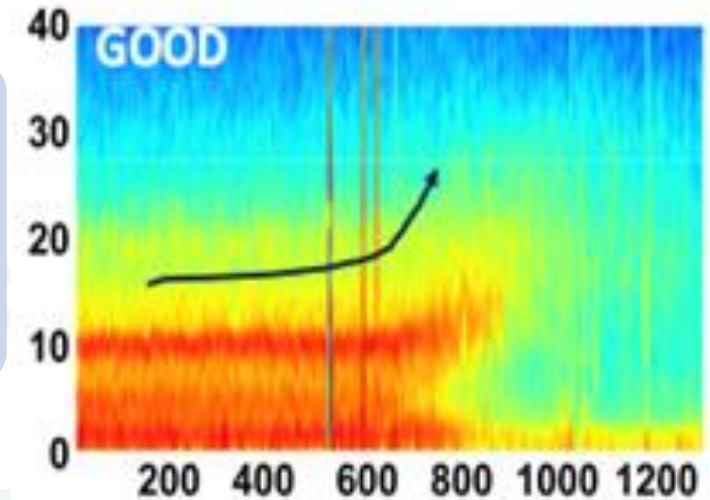




Langsom opvågning

Åben krokodillegab med overbid

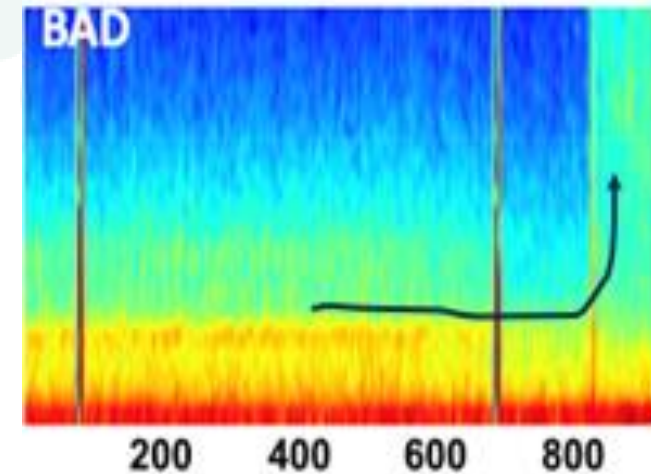
sdSWA $\Rightarrow$ vågen



Emergence opvågning

Ofte tale et nociceptiv problem

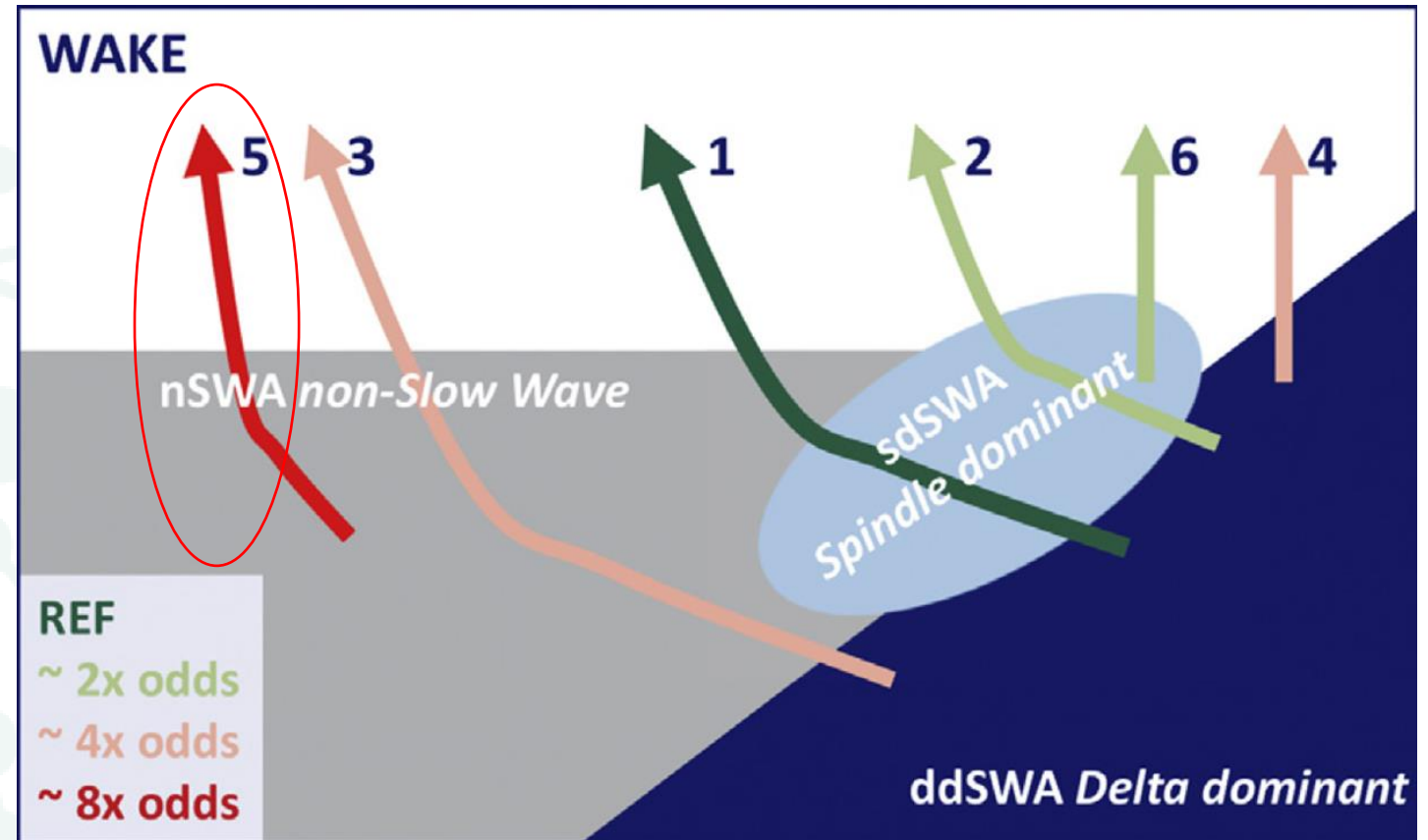
ddNSW $\Rightarrow$ emergence



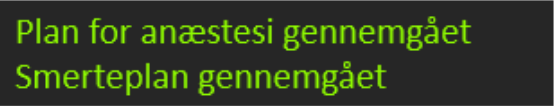
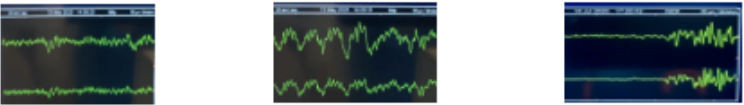
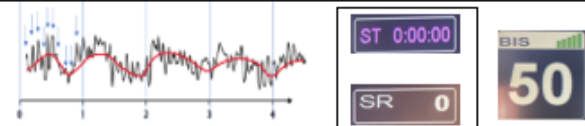
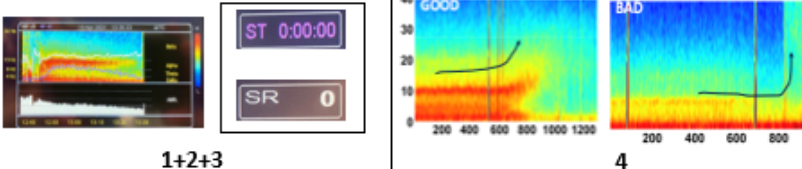
Opvågningsfasen / DSA /POD

Specifikke EEG-mønstre blev forbundet med POD i OPV.

Specifikt var EEG med emergence-trajectories hvor DSA viste nSWA power, stærkt forbundet med delirium i OPV, især i tilfælde hvor ketamin eller lattergas var involveret [OR = 6,51 (3,00–14,12)].



Quickguide

1	 Plan for anæstesi gennemgået Smerteplan gennemgået	Plan: 1. Vælg den/de anæstesimetoder eller kombinationer af metoder, der giver færrest bivirkninger for patienten 2. Evaluer, om det virkede
2	 1 2 3	Induktion med RAW EEG på monitor: 1. Vågen patient, øjenblink 2. Identificer alfa- og deltabølger 3. Undgå <u>Burst Suppression</u> (BS)
3	 1 2	Under induktion observer for tegn på utilstrækkelig sedation: 1. Observer for disconnected consciousness 2. Monitorer for begivenheder, som er sjældne, men som har en enorm effekt, når de indtræffer
4	 1 2 3	Anæstesi, vedligeholdelse: 1. Identificer alfabølger <4Hz og deltabølger 8-13Hz 2. Undgå suppression 3. Identificer p-EEG værdi (BIS <u>index</u>tal)
5	 1+2+3 4	Anæstesi, vedligeholdelse: 1. Skift til DSA+RAW EEG på monitor 2. Løbende juster sedation/analgesi 3. Undgå suppression 4. Monitorering af opvågningsfasen

Multicenter, quality-improvement study *retrospektiv dataanalyse*

Journal of Clinical Anesthesia 97 (2024) 111506



Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Clinical Anesthesia

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jclinane



Original Contribution

A first assessment of the safe brain initiative care bundle for addressing postoperative delirium in the postanesthesia care unit

Basak Ceyda Meco, MD^{a,b,1}, Karina Jakobsen, MCN^{c,1}, Edoardo De Robertis, PhD^d, Wolfgang Buhre, PhD^e, Neslihan Alkış, MD^a, Peter Roy Kirkegaard, MD^c, Daniel Hägi-Pedersen, PhD^{f,g}, Florian Bubser, PhD^c, Susanne Koch, MD^{c,h}, Lisbeth A. Evered, PhD^{i,j,k}, Sita J. Saunders, PhD^{l,m}, Marco Caterino, PhD^m, Francesca Paolini, PhD^m, Joana Berger-Estilita, PhD^{n,o,p,1}, Finn M. Radtke, med. Habil, PhD^{c,h,1,*}

Resultater fra multicenterstudiet



Data blev indsamlet på 18.697 voksne patienter som en del af et kvalitetsforbedringsprojekt. 18 evidensbaserede anbefalinger kaldet carebundle (CB) blev implementeret.



En betydelig reduktion i risikoen for postoperativt delirium blev observeret i 19 måneder efter implementeringen af SBI-programmet, 4% pr. md. alle sites



Patienter med postoperativt delirium i opvågningsafd. havde næsten dobbelt så lang indlæggelsestid på hospitalet.



Generel anæstesi (GA) og operationer, der varede over én time, var betydelige risikofaktorer for postoperativt delirium.



Postoperativt delirium blev observeret i alle voksne aldersgrupper med højeste forekomst blandt yngre og ældre voksne.



Safe Brain
Initiative

EEG Bootcamp consortium

The SBI-EEG-Bootcamp for Anaesthesia

- Et internationalt konsortium -

Nationale/Regionale teams

Styregrupper:

- Matthias Kreuzer
- Finn Radtke
- Basak Meco
- Karina Jakobsen

Advisory & Supervision Board

- Jamie Sleigh
- Gerhard Schneider
- Vincent Bonhomme

EEG Bootcamp for Anaesthesia curriculum:

- EEG for Anaesthesiology Bootcamp I – basic training
- EEG Anaesthesiology Bootcamp II – advanced training
- EEG for Anaesthesiology Bootcamp III – expert forum platform

Regionale/Nationale Boot
Camps

International level Boot camps

Vil du deltage?

Kontakt:

- m.kreuzer@tum.de
- finnmradtke@me.com



EEG er en direkte måde at monitorere hjernens funktionen hjernen intraoperativt



"EEG suppression er en selvstændig risikofaktor for udvikling af postoperativt delirium"

"For hver 5 minutter i EEG suppression øges risikoen for POD med 22%."



At anvende en monitor forbedrer ikke resultater eller forebygger adverse events...

-medmindre anæstesetisten, der fortolker data fra monitoren, foretager rettidig og terapeutisk handling



At forebygge POD/PND kræver multiintervention.

EEG monitorering som en del af et care-bundle, kan forebygge POD/PND.

Guideline evidens og resultater fra SBI-studiet har vist at multiintervention forebygger POD/PND

Hvordan fungerer det så at arbejde med care-bundels i praksis? -*teambased approach*



Tak for i dag!

**Forhåbentlig har jeg i dag kunne gøre jer
nysgerrige på EEG og hvilke muligheder det kan
give os som anæstesisygeplejersker til
forebyggelse af negative post-operative
outcome for patienterne**



kjak@regionsjaelland.dk



5651 5591

