

# КЛИНИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ МОНИТОРИНГА АНС



Е. Чумаченко

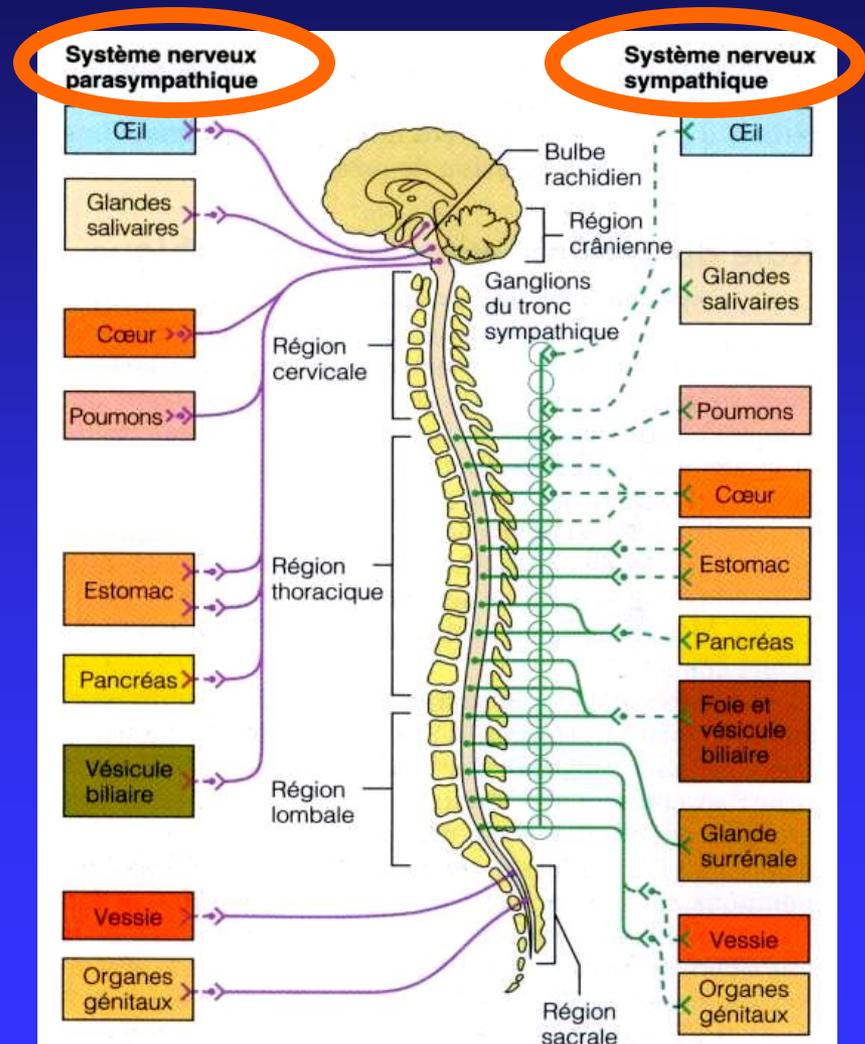
Санкт-Петербург 19.10.2016

# Автономная Нервная Система

- Связующее звено единой системы жизнеобеспечения организма и сохранения гомеостаза
- Регулятор реакций организма на внешние раздражители
- Прямой контроль гомеостаза и важнейших функций организма: дыхание, циркуляция, терморегуляция, эндокринная секреция...

# Автономная Нервная Система

- $\Sigma \rightarrow$   
 $\leftarrow \rho\Sigma$
- Системы – Антагонисты
- Генерируют переменность физиологической активности





# Эффекты базового тонуса $\Sigma$ ou $p\Sigma$

Доминирующий  
тонус

Ганглиоплегия

Артериолы	$\Sigma+$	V/d, $\Downarrow$ АД (ортостат)
Вены	$\Sigma+$	V/d, $\Downarrow$ ВВ, $\Downarrow$ Qc
Сердце	$p\Sigma+$	$\nearrow$ ЧСС
Зрачок	$p\Sigma+$	Пассивный мидриаз Muscle ciliaire : Cycloplégie
Кишечник	$p\Sigma+$	Парез
Поджелудочная ж-за		Гипогликемия
Мочевой пузырь	$p\Sigma+$	Задержка мочи
Слюнные железы	$p\Sigma+$	Ксеростомия
Потовые железы	$\Sigma+$	(АСН) ангидроз

# Автономная Нервная Система

$\Sigma$  :

- Ответ на стресс
- Диффузная акция
- Q, распределение крови к скелетной мускулатуре, расширение бронхов...

$\rho\Sigma$  :

- Поддержание гомеостаза и базовых функций организма

# АНС и Стресс

- Физический, Психический, Болевой...
- Доминирует  $\Sigma$



↑ физиологическая активация



↑ адаптация к ситуации

\* ↑ ЧСС

# АНС и Стресс

- Состояние «безопасности», «комфорта»...

- Доминирует  $\rho\Sigma$

- 

физиологическая активация ↓

адаптация к ситуации

Скорость перехода организма от высокого уровня активации к низкому зависит от функциональной возможности АНС

# АНС и Стресс

- «Подвижная» АНС позволяет быстро активировать/подавлять физиологическое и эмоциональное состояние в зависимости от ситуации
- «Ригидная» АНС гораздо хуже отвечает на изменения окружающей среды.

# Изменение функции АНС

- Болезнь

интенсивная терапия

- Анестезия

анальгетики

симпатолитики

гипнотики

релаксанты...

# Изменение функции АНС

- Частота нарушения АНС?
  - ✓ у хирургических больных точных данных нет
- Последствия дисфункции АНС:
  - ✓ непредсказуемы
  - ✓ отрицательны

# Оценка функции АНС

- Состояние всего организма
- Оценивается:
  - ✓ редко (оборудование и рутинные методики отсутствуют);
  - ✓ поздно (грубые нарушения гомеостаза)

# Оценка функции АНС

- Вариабельность Сердечного Ритма\* ВСР
- Heart - Rate Variability HRV
- Variabilité Fréquence Cardiaque VFC
- ✓ Простой
- ✓ Неинвазивный
- ✓ Информативный
- ✓ Стандартное оборудование

\* «сердечная вариабельность»

# Вариабельность Сердечного Ритма

- Вариации временного интервала между двумя сердечными сокращениями на определенном отрезке времени

# Вариабельность Сердечного Ритма

- Индикатор адаптационной способности АНС к изменениям окружающей среды
- ВСР - индикатор скорости и амплитуды ответа (ингибиции) \*
- ВСР может изменяться под воздействием многих внутренних и внешних факторов...
- Особенно важно:
  - ✓ влияние АНС на сердечную активность
  - ✓ центральная регуляция АНС - «reseau central autonome »

*\*способность регуляции центральным «сегментом» АНС в зависимости от контекстуальных факторов*

# ВСР: немного истории

- Hales S. *Statistical essays, Haemastaticks*. London, UK: Manby IA, editors;\* **1733 г**
- Описал интервалы времени между ударами сердца и их изменчивость, которую можно проанализировать.
- Выделил 4 вариации:
  - первого порядка «сокращение за сокращением»;
  - второго порядка «связанных с дыханием»;
  - третьего порядка: медленные вариации во времени;
  - четвертого порядка «день-ночь» (циркадные)

*\*Также описал вариабельность АД при его постоянном измерении*

# Влияние АНС и ЦНС на ВСР

- Иннервация сердца  $\Sigma$  и  $\rho\Sigma$  (анагонисты)
- АНС регулирует ЧСС через Синусовый Узел
- Дыхание связано с АНС:
- Вдох временно подавляет  $\rho\Sigma$ ↓ и ЧСС↑
- Выдох стимулирует  $\rho\Sigma$ ↑ и ЧСС↓

# Синусовая Дыхательная Аритмия

## Arythmie Sinusal Respiratoire

### Respiratory Sinus Arrhythmia

- Ритмические осцилляции сердечного ритма, вызванные дыханием
- « Cohérence cardiaque » сердечная когерентность зависит от  $\rho\Sigma$  \*
- \*сердечная когерентность имеет постоянный «идеальный» уровень лишь у пациентов на ИВЛ ?

# Теории ВСР

- Поливагальная теория (Porges SW., 2001)
- Модель нейровисцеральной интеграции (Thayer JF, Lane RD., 2000)

ARTICLE ORIGINAL

**La variabilité cardiaque  
Un bon indicateur de la régulation des émotions  
Heart rate variability: A good indicator of  
emotional regulation**

**D. Servant<sup>a,\*,1</sup>, J.C. Lebeau<sup>a,b</sup>, Y. Mouster<sup>a,c</sup>, M. Hautekeete<sup>b</sup>,  
R. Logier<sup>b</sup>, M. Goudemand<sup>a</sup>**

<sup>a</sup> Service de psychiatrie générale, hôpital Fontan, CHRU de Lille, rue Verhaeghe, 59037 Lille cedex, France

<sup>b</sup> PSITEC EA 4072, UFR de psychologie, université de Lille-3, Lille, France

<sup>c</sup> EA1049, institut de technologie médicale, CHRU de Lille, pavillon Vancostenobel, 59037 Lille cedex, France

# Поливагальная теория ВСР

- Способность  $\Sigma$  развивать активный ответ (*fight or flight*)
- ВВК: быстрая проводимость по миелиновым волокнам. Быстрое ингибиторное влияние на синусовый узел позволяет организму очень быстро приспособиться к изменениям окружающей среды без необходимости подключать более медленную  $\Sigma$ -активацию с *метаболической ценой*.

# Поливагальная теория ВСР

- Множество динамичных физиологических процессов требуют быстрого управления метаболическими ресурсами.
- Только тогда , когда ВВК не справляется с запросом организма (*спрос  $\neq$  предложение*), подключаются под-системы АНС.
- СДА – индикатор активности ВВК\*

*\*Поливагальная теория подчеркивает связь между СДА и регуляцией эмоций и т.д.*

# Модель нейро-висцеральной интеграции

- Центральная автономная система = нейрофизиологический командный центр
- Управляет: физиологическими, когнитивными, поведенческими, эмоциональными состояниями.
- Каким образом?  
ингибированием других потенциальных ответов:  
*синаптические команды на центральном уровне, вагальные – на периферии*

# Модель нейро-висцеральной интеграции

- Ингибирование требует:
  - Взаимодействия составляющих системы  
т.н. «петли ретроактивации»
  - Чувствительности к исходным условиям системы
  - Наличия нескольких путей для получения ответа (*комбинирование  $\Sigma / \rho\Sigma$* )
- 
- ДИНАМИЧНАЯ СИСТЕМА

# ВСР - что говорит литература?

ARTICLE ORIGINAL

## La variabilité cardiaque Un bon indicateur de la régulation des émotions Heart rate variability: A good indicator of emotional regulation

D. Servant<sup>a,\*1</sup>, J.C. Lebeau<sup>a,b</sup>, Y. Mouster<sup>a,c</sup>, M. Hautekeete<sup>b</sup>,  
R. Logier<sup>b</sup>, M. Goudemand<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Service de psychiatrie générale, hôpital Fontan, CHRU de Lille, rue Verhaeghe, 59037 Lille cedex, France  
<sup>b</sup> PSITEC EA 4072, UFR de psychologie, université de Lille-3, Lille, France  
<sup>c</sup> EA1049, institut de technologie médicale, CHRU de Lille, pavillon Vancostenobel, 59037 Lille cedex, France

British Journal of Anaesthesia 110 (S1): i98-i105 (2013)  
Advance Access publication 28 March 2013 · doi:10.1093/bja/aet055

BJA

R562

## Évaluation de l'anxiété préopératoire par l'Analgesia Nociception Index

C. Martin<sup>a,\*</sup>, T. Robert<sup>b</sup>, P. Montravers<sup>c</sup>,  
D. Longrois<sup>c</sup>, J. Guglielminotti<sup>a,c</sup>

<sup>a</sup> UMR 738 Inserm, France

<sup>b</sup> Biochimie, hôpital Bichat, France

<sup>c</sup> Anesthésie-réanimation, hôpital Bichat, Paris, France

\*Auteur correspondant.

## Monitoring depth of anaesthesia in a randomized trial decreases the rate of postoperative delirium but not postoperative cognitive dysfunction

F. M. Radtke<sup>1†</sup>, M. Franck<sup>1†</sup>, J. Lendner<sup>1</sup>, S. Krüger<sup>1</sup>, K. D. Wernecke<sup>2</sup> and C. D. Spies<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Department of Anaesthesiology and Surgical Intensive Care Medicine, Campus Charité Mitte and Campus Virchow-Klinikum, Charité-Universitätsmedizin Berlin, Charitéplatz 1, Berlin 10117, Germany

<sup>2</sup> Charité-Universitätsmedizin Berlin and SoStAna GmbH, Wildensteiner Straße 27, Berlin 10318, Germany

\* Corresponding author. E-mail: claudia.spies@charite.de

## Analyse de la variabilité de la fréquence cardiaque et de la pression artérielle afin d'évaluer le système nerveux autonome : son rôle en anesthésiologie

Par ALAIN DESCHAMPS, M.D. ET ANDRÉ DENAULT, M.D.

Université de Montréal  
Département d'anesthésiologie  
Faculté de médecine

## L'anxiété, facteur de risque de douleur chronique après toute chirurgie

17 juin 2013

Un niveau d'anxiété élevé avant l'opération et la capacité à amplifier une douleur sont deux facteurs associés au risque de survenue d'une douleur chronique après une intervention chirurgicale. Ces données incitent à évaluer ces paramètres avant toute opération.

# ВСП - что говорит литература?

- КАРДИОЛОГИЯ:
- «...независимый фактор риска СС осложнений» (*Curtis VM, O'Keefe Jr JH, 2002*)
- «... индикатор прогноза СС болезней» (*Stys A, Stys T;1998*)
- ПСИХОЛОГИЯ и ПСИХИАТРИЯ:
- « связь ВСП с регуляцией эмоций и их последствиями», «низкая ВСП при депрессии, высокая при хорошей регуляции эмоций и адаптированной лечебной стратегии ( **coping**)...» (*Fabes RA, Eisenberg N,1997; O'Connor M-F et al, 2002; Sgoifo A et al, 2003* )
- Слабая ВСП при невозможности адекватно генерировать положительные и отрицательные эмоции (*Rottenberg J et al, 2002*)

# ВСП - что говорит литература?

- ХРОНИЗАЦИЯ БОЛИ:
- ВСП позволяет оценить когнитивную составляющую эмоционального фона (скорость  $\rho\Sigma$  влияния и окружающая среда), выраженность депрессивного фона
- ⑩ ↓ ВСП при состояниях повышенного беспокойства, тревоге, панике

# ВСР - что говорит литература?

- ТЕРАПЕВТИЧЕСКИЕ МЕРЫ:
- Модуляция ВСР и гибкости АНС
- Психологическая подготовка к операционному стрессу:  
!онкология, беременность, эндокринные нарушения!
- Кардиотренинг «biofeedback» для снижения СС осложнений или рецидивов
- ВСР – динамический индекс, а не статический показатель

# ВСР и анестезия ?

- Ингибирование АНС вплоть до критического состояния организма!
- Постоянный контроль (мониторинг) ЖВФ: АД, ЧСС, ЧД,  $CO_2_{exp}$ ,  $SpO_2$ ,  $T^\circ$  , но....
- Оценка начального базового тонуса АНС и его ответ на патологию, хирургические и др. стимулы... !
- Диагностика дисфункции АНС и периоперационный мониторинг тонуса АНС

# Вариабельность Сердечного Ритма

- Индикатор активности АНС:
  - ✓ периферический уровень
  - ✓ центральный уровень
- Баланс регуляции АНС двумя отделами:
  - ✓  $\Sigma$  симпатическим (возбудитель)
  - ✓  $\rho\Sigma$  парасимпатическим (ингибитор)

# Вариабельность Сердечного Ритма

- Информация:

- ✓ тяжесть патологии
- ✓ динамика заболевания
- ✓ реакция на лечебные меры
- ✓ прогноз
- ✓ уровень ноцицепции
- ✓ адекватность обезболивания

# Вариабельность Сердечного Ритма

- Снижение ВСП = тяжесть, плохой прогноз, недостаточное обезболивание
- Восстановление ВСП = клиническое улучшение, положительный прогноз

# Реакция Автономной НС на ноцицептивный стимул

- Подкорковый и спинномозговой уровни
- **Равновесие между Симпатической и Парасимпатической системами**

# Реакция АНС на ноцицептивный стимул: методы оценки

- **Вариабельность Сердечного Ритма:**
  - **Спектральный анализ (MDoloris)**
  - **Фрактальный анализ (Anemon-1)**
- **Тонус пищеводного сфинктера**
- **Фронтальная ЭМГ**
- **Пупилометрия (AlgiScan, Algigraph)**
- **Вазомоторная реакция кожи:**
  - кожная проводимость (MedStorm)**

# Вариабельность Сердечного Ритма

- Измерение ВСР и технический прогресс:
- Упрощенная регистрация
- Статистическая обработка в реальном времени
- Высокая чувствительность
- Технология Mdoloris «ANI-Monitor»®

## Регуляция сердечного ритма – результат

- Ритмической активности Пейсмекеровских клеток синусового узла
- Модулирующего влияния автономной и центральной НС
- Гуморальных и рефлекторных воздействий

Изменчивость сердечного ритма зависит от тонуса АНС под влиянием:

- Болевых стимулов
- Анальгетиков

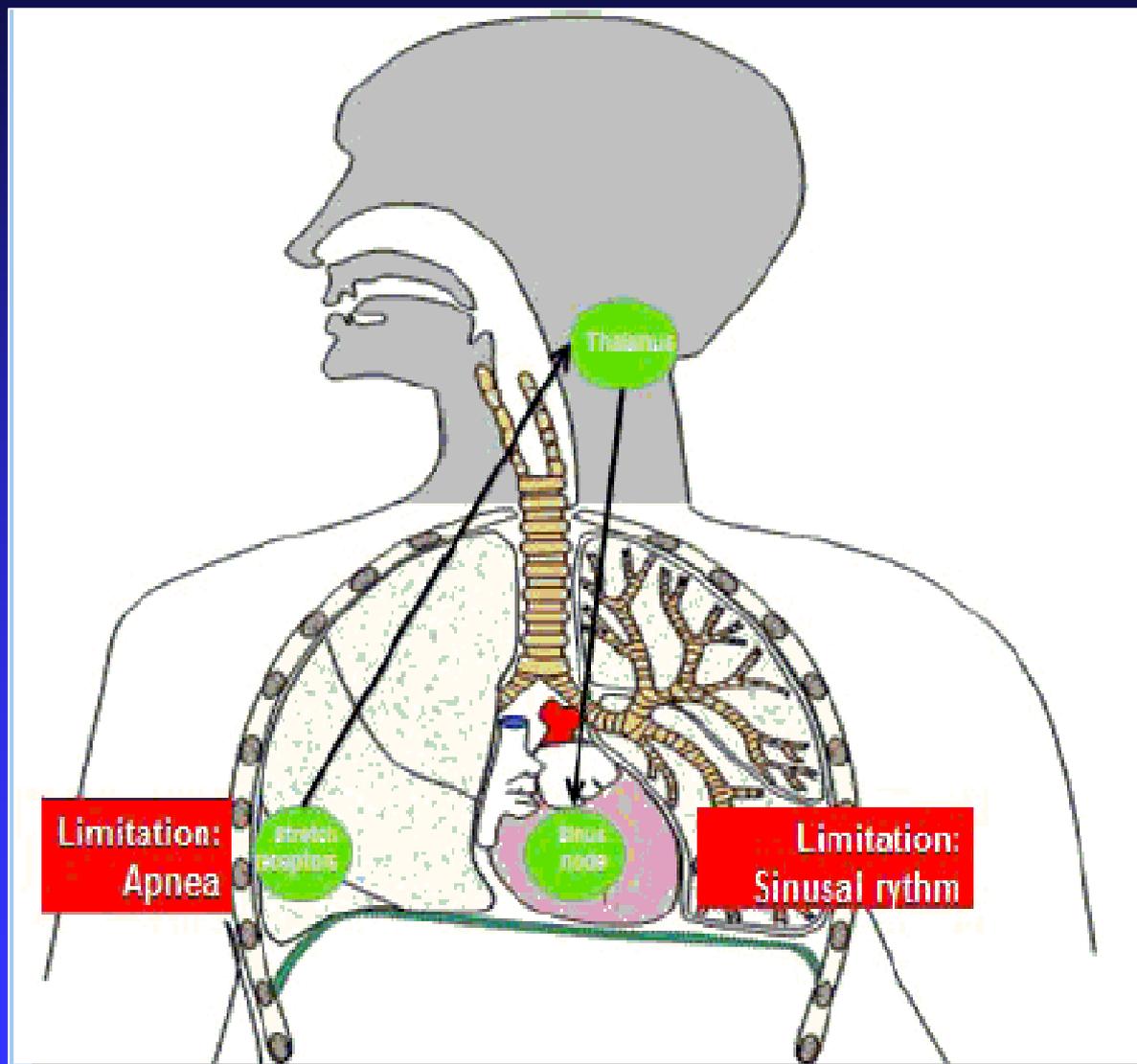
Попытки определения вагосимпатического баланса предпринимались и ранее;

- **«ANI-Monitor» ® базируется исключительно на определении парасимпатического тонуса.**

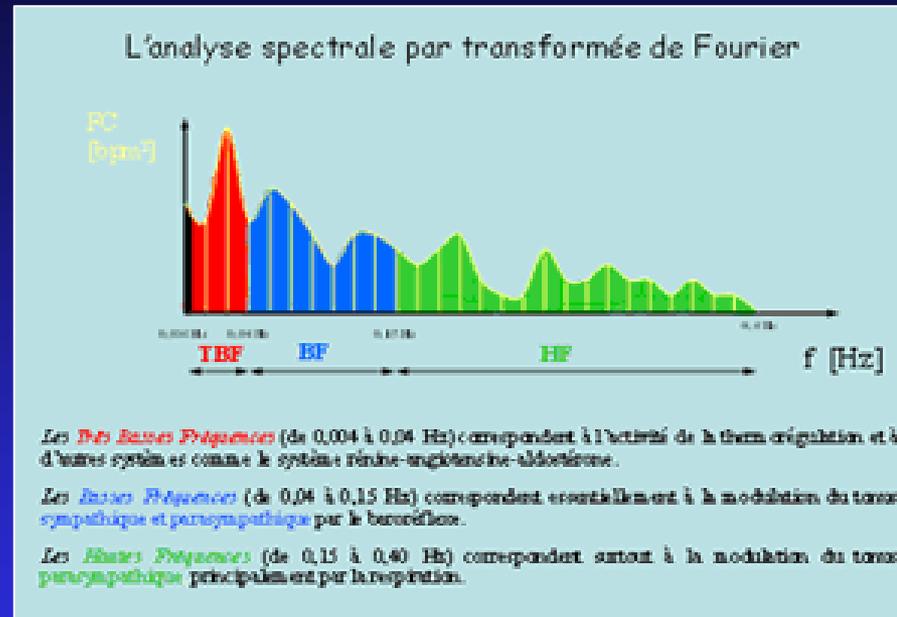
# Analgesia Nociception Index



# Парасимпатическая "петля-рефлекс"

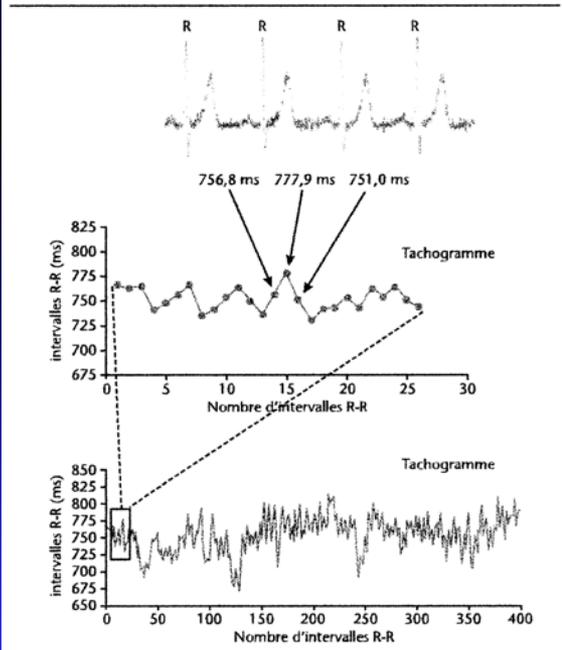


# Спектральный анализ по Фурье

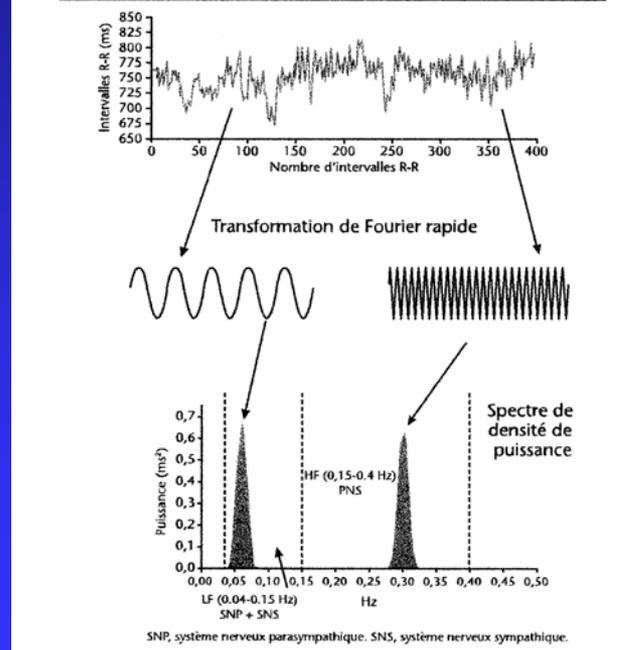


- **Зона высоких частот (HF)** несёт информацию исключительно о парасимпатическом тоне.
- Симпатическую активность выделить спектрально сложно, т.к. она разделяет зоны частот и с другими физиологическими факторами.

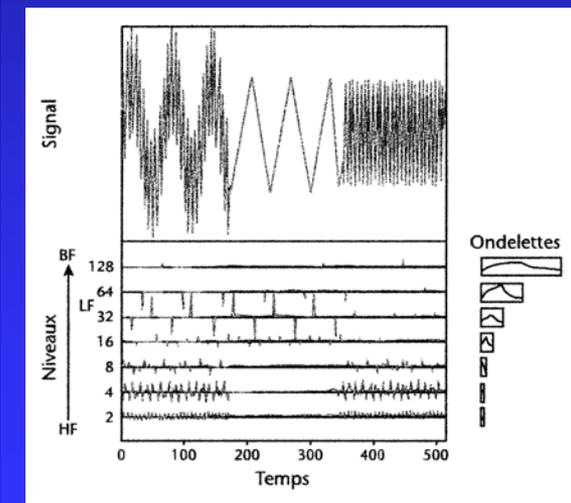
**FIGURE 2 : La variabilité de la fréquence cardiaque est obtenue en mesurant les intervalles R-R des complexes QRS de l'ECG. La représentation graphique de tous ces intervalles R-R réunis donne une courbe appelée le Tachogramme de VFC.**



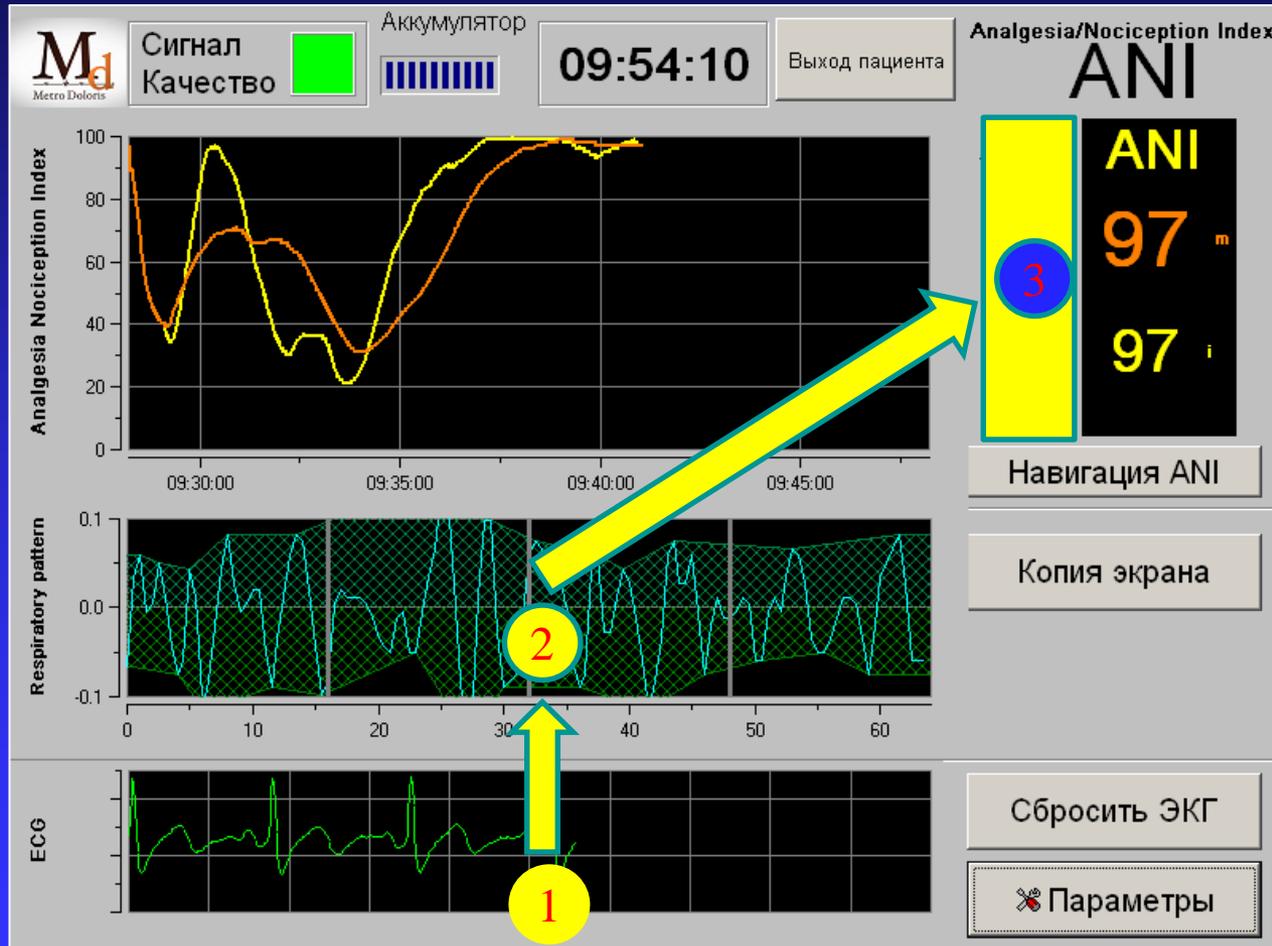
**FIGURE 3 : Représentation schématique de l'extraction des composantes sinusoïdales du Tachogramme (courbe des intervalles R-R) par une transformation de Fourier rapide en composantes de haute (HF) et basse (BF) puissance.**



**FIGURE 4 : Représentation schématique d'une transformation par ondelettes montrant sa capacité à fournir l'évolution temporelle des changements de fréquence d'un signal (par ex., la courbe d'intervalles R-R). Dans le**



# От ЭКГ до ANI (3)



# Математический расчёт ANI: Analgesia Nociception Index

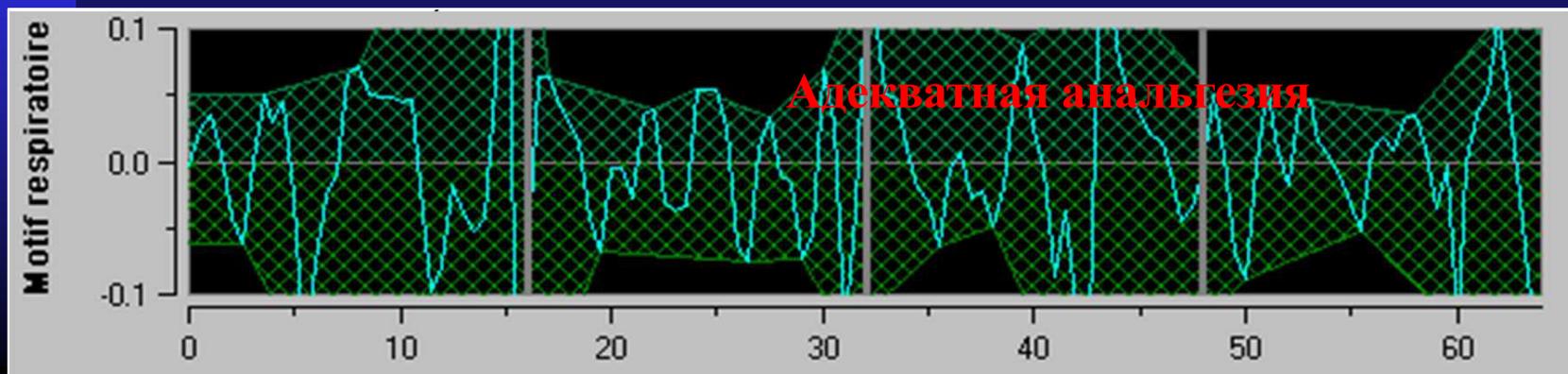
1. Получение сигнала ЭКГ
2. Создание серии сигналов R – R
3. Фильтрация их в реальном времени
4. Определение признаков боли:  
СДА слабая и хаотичная
5. Расчёт показателей (AUCmin)

# Непрерывная оценка индекса

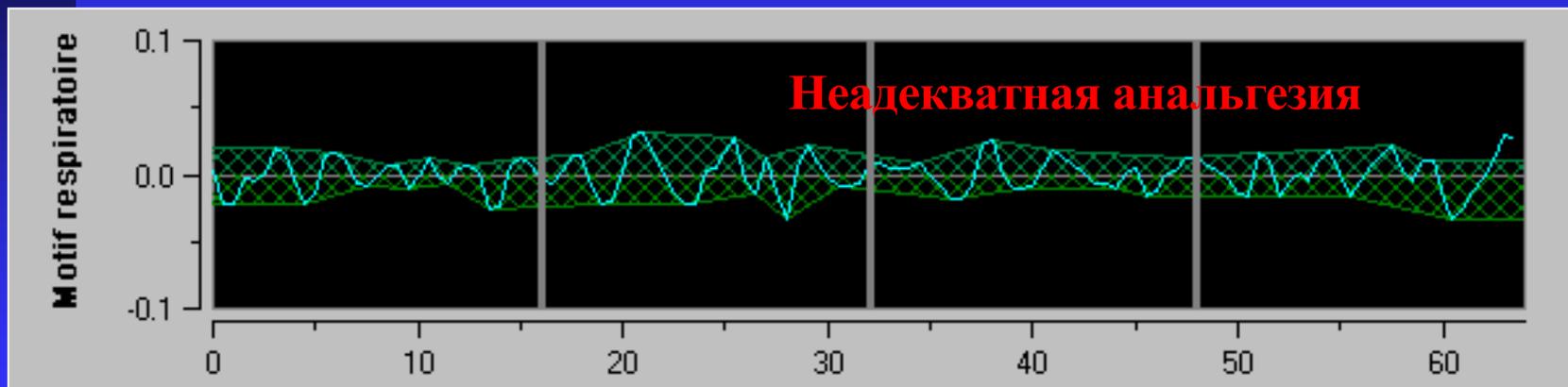
- Процесс анализа 12 сек
- Перерасчёт каждые 1 сек
- Непрерывная оценка анальгезии
- Индекс ANI от 0 до 100
- Два графика: мгновенное и среднее значение



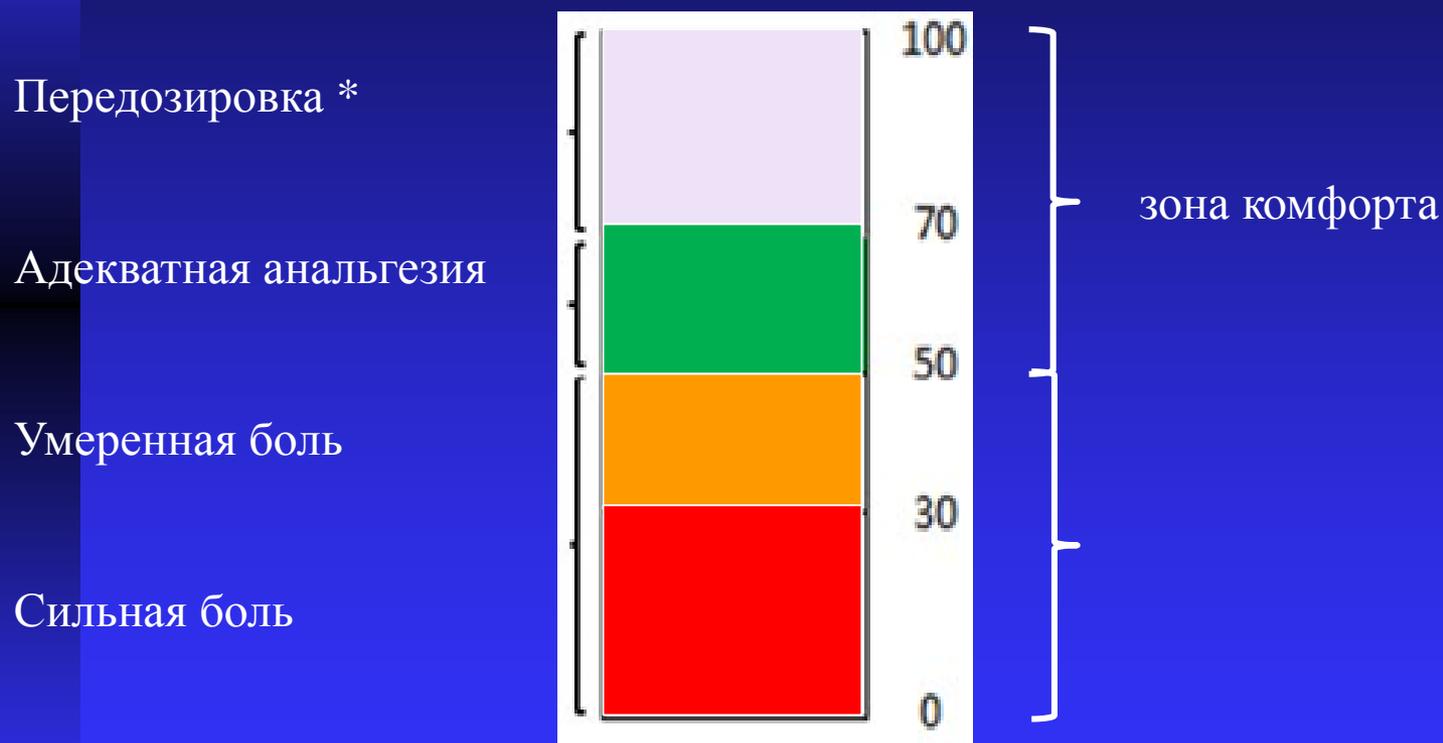
# Высокий парасимпатический тонус



# Низкий парасимпатический тонус

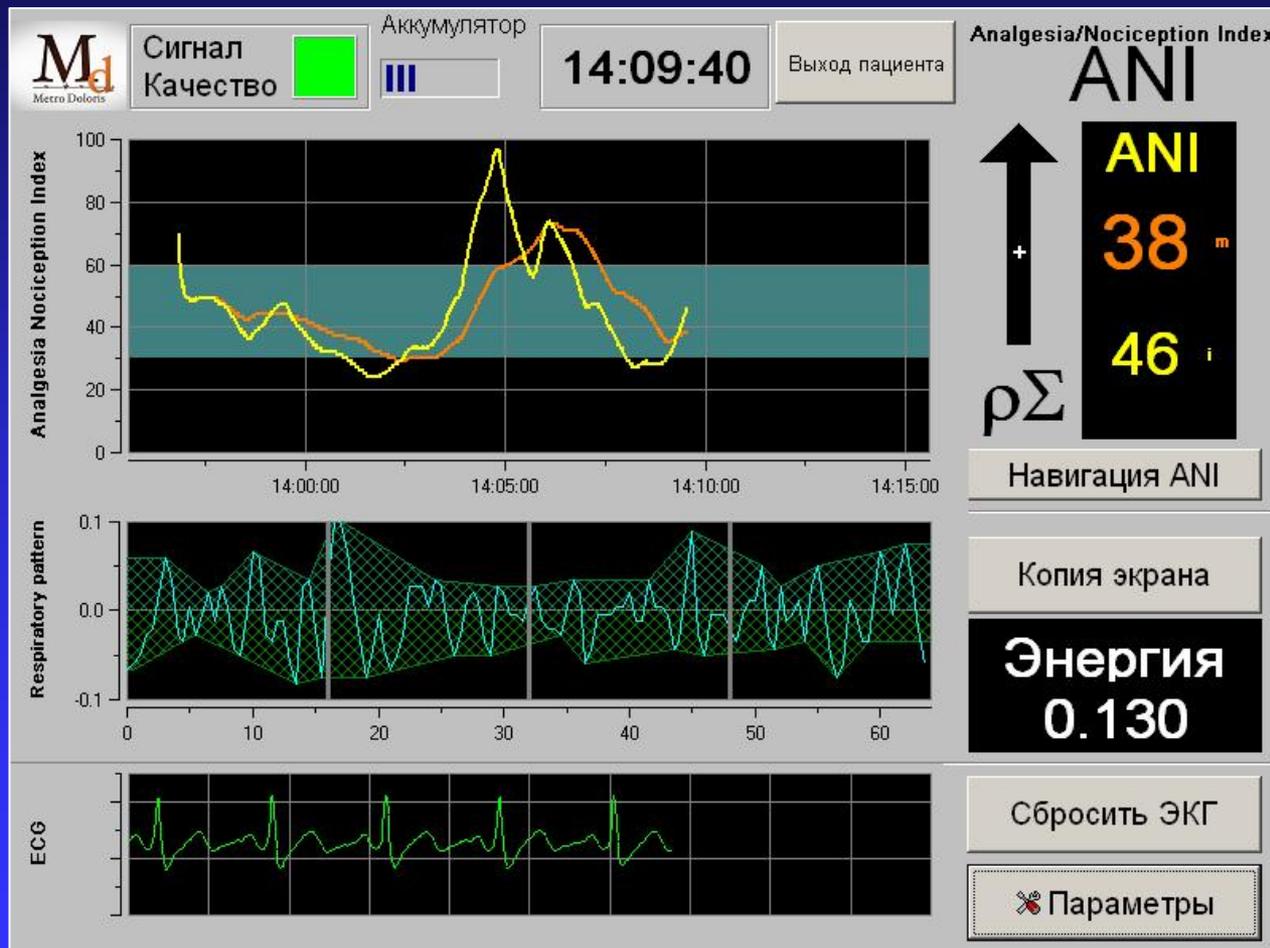


# Интерпретация ANI



\* риск послеоперационной гиперальгезии

# "Зелёный коридор" индекса



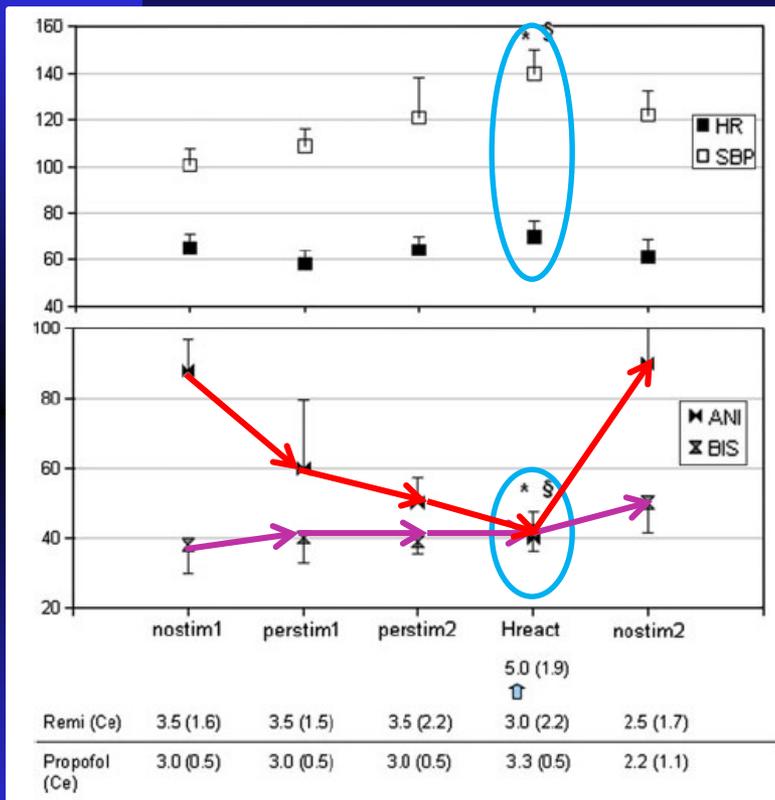
# Клиническое применение ANI



# Стабильная гемодинамика при неадекватной аналгезии



- Абдоминальная лапароскопическая хирургия , ОА , в/в



\*  $p < 0.0125$  vs perstim1

§  $p < 0.0125$  vs perstim2

- После индукции ANI возрастает до 88: доминирует пара  $\Sigma$  = отсутствие ноцицепции

- После разреза снижение ANI до 50 (15) = увеличение ноцицепции

- До гемодинамической реакции: снижение ANI до 40 (15)

- После окончания операции ANI возрастает до 90 (34): доминирует пара  $\Sigma$  = отсутствие ноцицепции

# ВСР В АКУШЕРСТВЕ

- ПРЕНАТАЛЬНАЯ ХИРУРГИЯ:

**Douleur et analgésie fœtale : un nouvel outil d'évaluation ? Étude expérimentale chez le fœtus d'agneau**

J. Demetz <sup>1, 2</sup>, J. Dejonkheere <sup>3</sup>, E. Aubry <sup>1, 4</sup>, L. Storme <sup>1, 5</sup>, V. Houfflin-Debarge <sup>1, 2</sup>  
1. EA 4489 « environnement périnatal et croissance », faculté de médecine Henri Warembourg, pôle recherche, université Nord de France, Lille  
2. Pôle femme, mère, nouveau-né, service de gynécologie-obstétrique, hôpital Jeanne de Flandre, CHRU de Lille  
3. Centre d'innovation technologique CIC-IT 807, CHRU de Lille  
4. Pôle enfant, chirurgie et orthopédie de l'enfant, hôpital Jeanne de Flandre, CHRU Lille  
5. Pôle femme, mère, nouveau-né, clinique de médecine néonatale, hôpital Jeanne de Flandre, CHRU Lille



- ЭКГ токография с мгновенным анализом ВСР
- РАННЯЯ ДИАГНОСТИКА ГИПОКСИИ ПЛОДА : изменения ВСР плода наступают гораздо раньше брадикардии

*Я уже начал программировать  
мои гомеостатические системы !!!*



# Клиническое применение ANI

ARTICLE ORIGINAL

**La variabilité cardiaque  
Un bon indicateur de la régulation des émotions  
Heart rate variability: A good indicator of  
emotional regulation**

**D. Servant<sup>a,\*1</sup>, J.C. Lebeau<sup>a,b</sup>, Y. Mouster<sup>a,c</sup>, M. Hautekeete<sup>b</sup>,  
R. Logier<sup>b</sup>, M. Goudemand<sup>a</sup>**

<sup>a</sup> Service de psychiatrie générale, hôpital Fontan, CHRU de Lille, rue Verhaeghe, 59037 Lille cedex, France

<sup>b</sup> PSITEC EA 4072, UFR de psychologie, université de Lille-3, Lille, France

<sup>c</sup> EA1049, Institut de technologie médicale, CHRU de Lille, pavillon Vancostenobel, 59037 Lille cedex, France

- Регуляция эмоций *biofeedback*  
(биоретроактивность):  
лечение депрессии, беспокойства,  
поведенческих нарушений....
- Модификация ВСР при лечении (контроль  
дыхания, релаксация, медитация,  
поведенческая и когнитивная терапия\*:
- Психиатрия, психотерапия  
Внутренние болезни  
Подготовка к операции и наркозу

\* Ass. Française de Thérapie Comportementale et Cognitive

# Клиническое применение ANI

До операции:

- Оценка функционального состояния АНС: эмоционально-психологический тренинг, премедикация

R562

## Évaluation de l'anxiété préopératoire par l'Analgesia Nociception Index

C. Martin <sup>a,\*</sup>, T. Robert <sup>b</sup>, P. Montravers <sup>c</sup>,  
D. Longrois <sup>c</sup>, J. Guglielminotti <sup>a,c</sup>

<sup>a</sup>UMR 738 Inserm, France

<sup>b</sup>Biochimie, hôpital Bichat, France

<sup>c</sup>Anesthésie-réanimation, hôpital Bichat, Paris, France

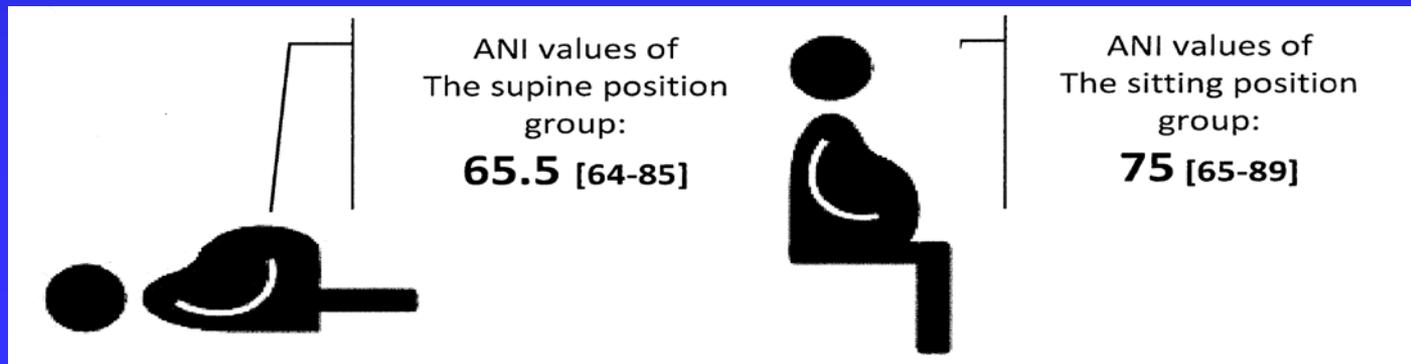
\*Auteur correspondant.

- Перед СМА (КС!!!) при акушерском родоразрешении – tilt-test

“Analysis of Heart Rate Variability with Analgesia Nociception Index predicts hypotension induced by Spinal Anesthesia for elective cesarean delivery. Before surgery, blood pressure, heart rate and ANI values were recorded at rest first while lying supine, then while sitting upright, in order to mimic “tilt test” conditions.”

L.Ursulet, J. Cros, J. De Jonckheere, P. Senges, A. Vinceloč, N. Nathan

Abstract ESA 2012



# Клиническое применение ANI

R563

**Prédiction de la réactivité  
hémodynamique avec l'Analgesia/  
Nociception Index (ANI) lors de  
laryngoscopies en suspension : étude  
observationnelle**



S. Torkmani <sup>a,\*</sup>, G. Bégou <sup>a</sup>, L. Bouvet <sup>a</sup>,  
B. Allaouchiche <sup>a,b</sup>, E. Boselli <sup>a,b</sup>

<sup>a</sup> Hôpital Édouard-Herriot, HCL, anesthésie-réanimation, France

<sup>b</sup> Université de Lyon, université Claude-Bernard Lyon-1, Lyon, France

\*Auteur correspondant.

## Периоперационный период:

- Мониторинг ноцицепции
- Уровень обезболивания (адекватность) при ОА, ЛРА и комбинированной
- Дифференциальная диагностика периоперационной ГиперАД
- Профилактика Гиперальгезии и Хронизации боли

# Клиническое применение ANI

## Послеоперационный период:

- Упреждающая анальгезия
- Профилактика гиперальгезии
- Период пробуждения
- Интенсивная терапия и реанимация
- Уровень анальгезии при седации

# «Эстафета анальгезии»



На динамику болевого синдрома и послеоперационную реабилитацию больного положительно влияют:

- адекватное *периоперационное* обезболивание с плавным переходом в послеоперационную анальгезию;
- *отсутствие боли в течение первых 4-6 часов* после оперативного вмешательства.

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- Объективная оценка в реальном времени тонуса АНС на всех этапах лечебного процесса необходима, возможна и доступна.
- Позволяет:
- удерживать вагосимпатический баланс в желаемых пределах;
- адаптировать диагностические и лечебные меры к клинической ситуации,
- контролировать ноцицепцию с учетом индивидуальной потребности пациента в анальгетиках.
- «ANI-Monitor» ® дает возможность осуществлять непрерывный контроль ваго-симпатического баланса в реальном времени.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ !



# Поливагальная теория ВСП

- Основана на теории эволюции АНС в три этапа:
- Первая структура - дорсальный вагальный комплекс
- Вторая структура – развитие  $\Sigma$  (SNS)
- Третья структура – вагальный вентральный комплекс\*
- \* *более поздняя структура*

# Поливагальная теория ВСР

- Дорсальный вагальный комплекс n.vagus немиелиновый, медленная проводимость, ответ простой иммобилизацией перед угрозой (freezing);
- Роль: ингибция синусового узла и  
↓ ЧСС

# Клиническое применение ANI

