

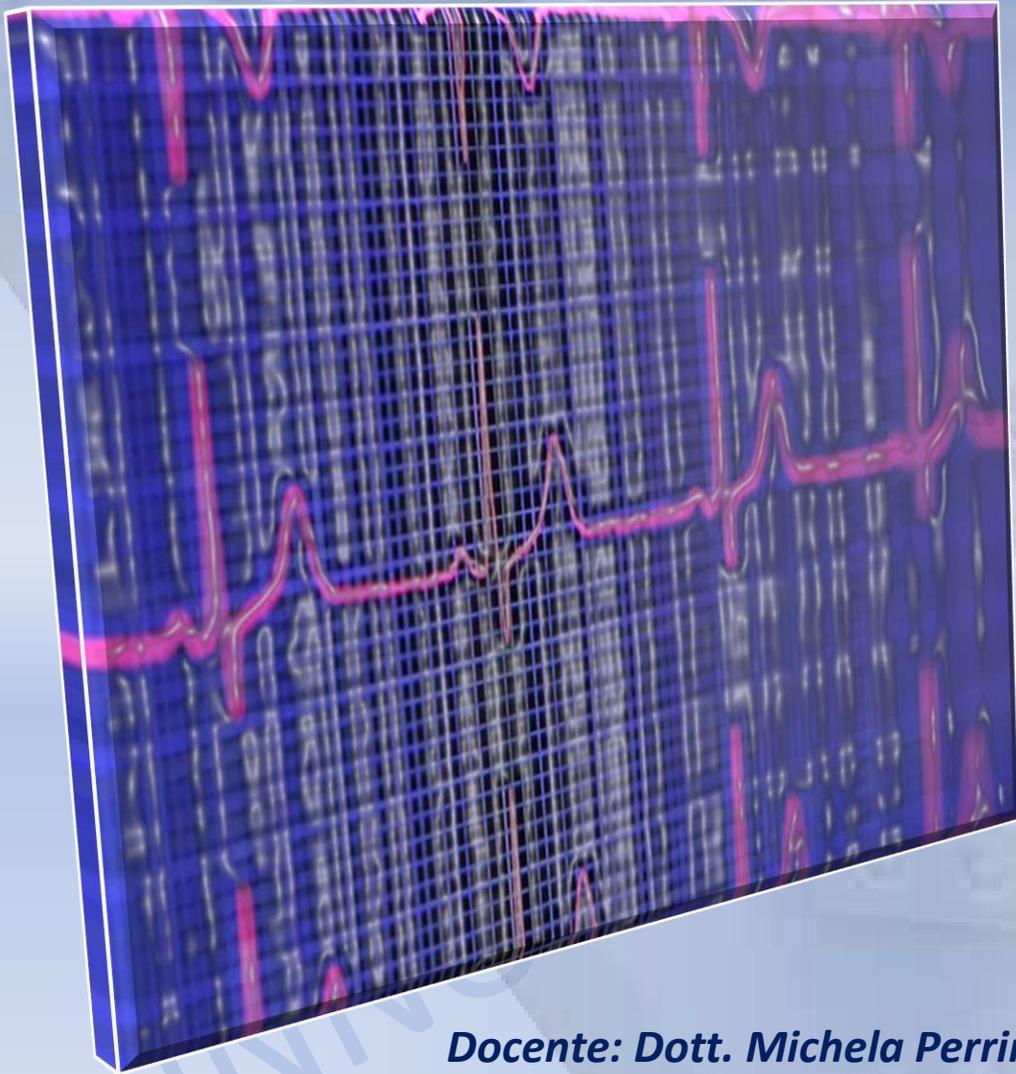


INNOVAPEMF

**IMRS PRIME E LA VARIABILITÀ DELLA
FREQUENZA CARDIACA (HRV)**

CORSO BASE - LIVELLO 1

DOTT. MICHELA PERRIN



Docente: Dott. Michela Perrin

iMRS PRIME e la Variabilità della Frequenza Cardiaca (HRV)

Corso Base – Livello 1

PROGRAMMA DEL CORSO

1. Definizione e significato dell'HRV
2. Il sistema nervoso autonomo (SNA)– cenni di anatomia e fisiopatologia
3. Relazione tra HRV e SNA
4. Metriche dell'HRV – valori di riferimento
5. Registrazione dell'HRV con iMRS PRIME
6. Report HRV con il software Kubios
7. iMRS PRIME: dall'HRV all'HRVC
8. iMRS PRIME: unico PEMF certificato che varia l'intensità di campo erogata in funzione dell'HRV – dati e parametri di una seduta

1. Definizione e significato dell'HRV

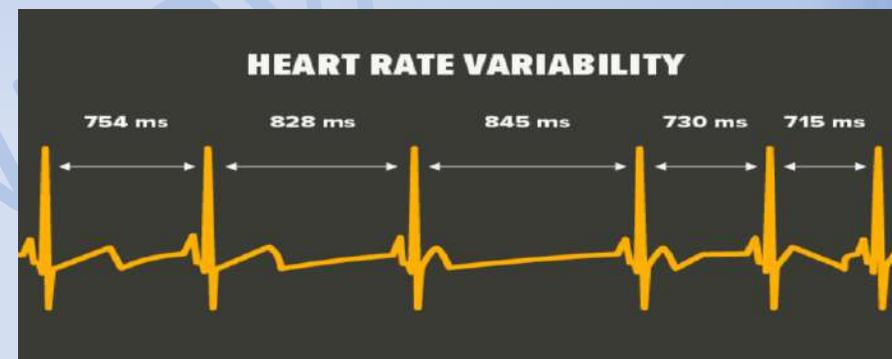
DEFINIZIONE

La **variabilità della frequenza cardiaca – Heart Rate Variability - HRV** è una misura della variazione della frequenza cardiaca in un determinato periodo di tempo

E' detta anche IBI (Inter Beat Interval)

Intervallo Inter Battito

- L'unità di misura è il millisecondo (ms)



HRV ≠ FC

- Ad esempio la frequenza di 60 battiti al minuti non vuol dire 1 battito al secondo (in condizioni di salute)
- Se gli intervalli tra i battiti cardiaci sono abbastanza costanti, l'HRV è bassa.
- Se variano in lunghezza, l'HRV è alta

Se dunque la frequenza cardiaca (FC) è una *media* del numero di battiti del nostro cuore in un minuto, l'HRV rappresenta la *modulazione* di questi battiti e può variare a parità di FC

Lehrer, P. M., & Gevirtz, R. (2014). Heart rate variability biofeedback: how and why does it work?. *Frontiers in psychology*, 5, 756.

1. Definizione e significato dell'HRV

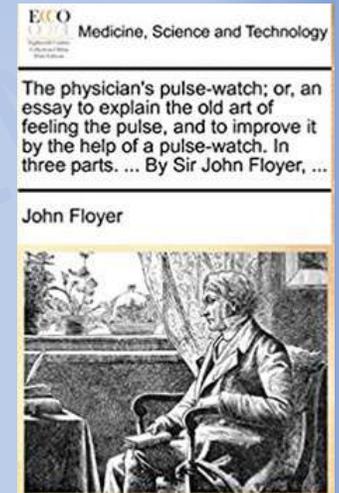
CRONOLOGIA

- Trattato di Medicina Tradizionale Cinese 200 D.C.
 - «SE IL BATTITO CARDIACO DIVENTA REGOLARE COME IL TICCHETTIO DEL PICCHIO O IL GOCCIOLIO DELLA PIOGGIA SUL TETTO IL PAZIENTE MORIRÀ ENTRO QUATTRO GIORNI»
- **Anni 60/70** osservazione clinica
 - In Cardiologia -> prognosi infausta in pazienti post infartuati con bassa HRV
 - In Ostetricia e Ginecologia -> necessità di far nascere rapidamente il nascituro se il battito diventava molto regolare (HRV bassa)
 - **Recording fetal heart rate as a behavioral measure.** Welford, N. T., & Sontag, L. W. (1969). Recording fetal heart rate as a behavioral measure. *American Psychologist*, 24(3), 276–279.
- **1981** E' pubblicato su Science uno studio di Akselrod et al. che dimostra come la variabilità della frequenza cardiaca (HRV) possa fornire, in modo non invasivo, informazioni sul controllo autonomico del cuore.
 - **Power spectrum analysis of heart rate fluctuation: a quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control.** - Akselrod S, Gordon D, Ubel FA, Shannon DC, Berger AC, Cohen RJ. *Science*. 1981 Jul 10;213(4504):220-2. doi: 10.1126/science.6166045.
- **1996** Una task force della Società Europea di Cardiologia e della Società Nordamericana di Pacing and Electrophysiology hanno standardizzato le misurazioni dell'HRV
 - **Heart rate variability Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use GUIDELINES** Task Force of The European Society of Cardiology and The North American Society of Pacing and Electrophysiology (Membership of the Task Force listed in the Appendix) *European Heart Journal* (1996) 17, 354–381

1. Definizione e significato dell'HRV

CRONOLOGIA

- **1707** The physician pulse watch – Sir John Floyer
 - **1847** Variazione della FC con la respirazione o RSA (Aritmia Respiratoria Sinusale) - C. LUDWIG
 - **1901** ECG - W. Einthowen
- Silverman, M. E. (1992-10-01). "Willem Einthoven--the father of electrocardiography". *Clinical Cardiology*. **15** (10): 785–787*
- **1961** HOLTER CARDIACO – Norman Holter New method for heart studies. HOLTER NJ. *Science*. 1961 Oct 20;134(3486):1214-20. doi: 10.1126/science.134.3486.1214.
 - **1965** Prima applicazione clinica del monitoraggio fetale. - Hon, Lee. *Electronic Evaluation of the Fetal Heart Rate. VIII. Pattern Preceding Fetal Death, Further Observations* *Am J Obstet Gynecol* 1963 Nov 15;87:814-26.
 - **1973** Analisi spettrale delle frequenze dell'HRV. - SAYERS B McA *Analysis of heart rate variability*. *Ergonomics* 1973; 16: 17–32.
 - **1980** Pubblicazione del primo libro sull' HRV - autori Otto Rompelman e Richard I Kitney *Imperial College*
 - **1981** Studio di S. AKSELROD che dimostra la relazione tra l'analisi spettrale dell'HRV e il Sistema Neurovegetativo
Akselrod S, Gordon D, Ubel Fa, Shannon Dc, Barger Ac, Cohen Rj. Power spectral analysis of heart rate fluctuation: quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control. Science. 1981;213:220-222
 - **1993** Mappa del dominio del tempo e dominio delle frequenze dell'HRV . Peter Novak Vera Novak *Time/frequency mapping of the heart rate, blood pressure and respiratory signals* April 1993 *Medical & Biological Engineering & Computing* 31(2):103-10
 - **1996** TASK FORCE sulle tecniche di misurazione e le applicazioni cliniche dell'HRV



1. Definizione e significato dell'HRV

SIGNIFICATO DELL'HRV

- Rappresenta un **parametro misurabile dell'apparato cardiovascolare** (GOLD STANDARD) che fornisce informazioni dettagliate sulla stato di salute del cuore, che si stanno dimostrando molto più precise e utili rispetto ad altri parametri come la frequenza cardiaca, la pressione arteriosa o il valore del colesterolo ematico.

«Un cuore che batte preciso come un metronomo non è un cuore in salute»

- **Indicatore del livello di stress psicofisico della persona e indice di salute globale** perché apre una finestra sul sistema nervoso autonomo che ci permette di capire l'equilibrio tra la branca simpatica attivante che spinge all'azione e la branca parasimpatica responsabile del rilassamento, il cui principale player è rappresentato dal nervo vago (X° nervo cranico)
- **Surrogato dell'età biologica della cellula** , cioè l'età che possiamo attribuire ai nostri tessuti sulla base della loro funzionalità versus l'età cronologica della persona (quella sulla carta d'identità)

L'attuale diffusione della misurazione dell'HRV ed il suo passaggio dall'utilizzo quasi esclusivo in ambito di ricerca cardiovascolare ad un uso diffuso da parte di sportivi e persone comuni è dovuto a due fattori principali

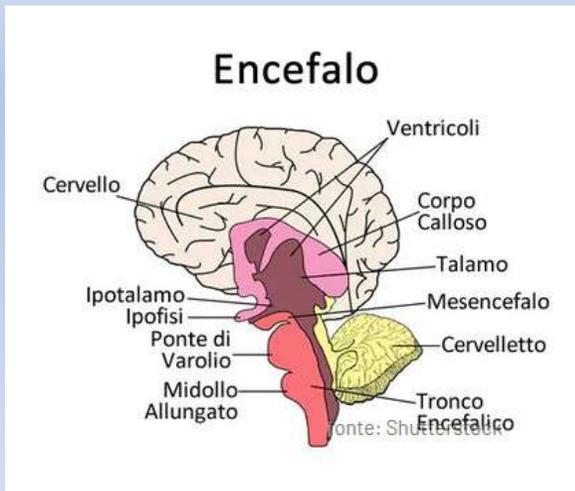
- Facilità di misurazione ed analisi con la creazione di softwares e wearables
- X PRIZE di Peter Diamandis 2014 → premio per il miglior progetto che porta ad aumento della longevità.

Parametro di riferimento per ottenere il premio: miglioramento dell' HRV

2. Il Sistema Nervoso Autonomo – cenni di anatomia e fisiopatologia

DESCRIZIONE ANATOMICA

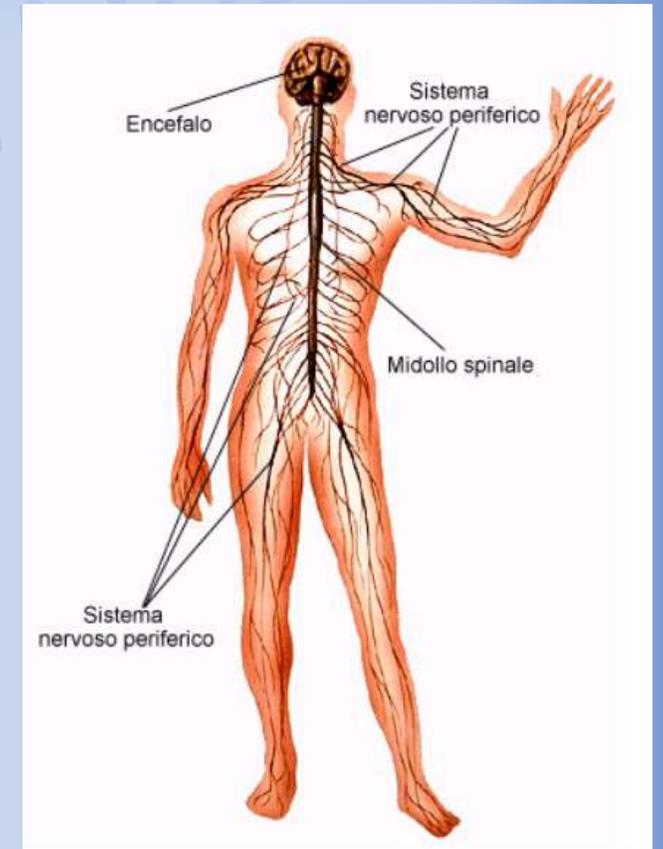
Il **sistema nervoso** è l'insieme degli **organi** e delle **strutture** che permettono di **trasmettere segnali** tra le diverse parti del corpo e di coordinare le sue azioni e le sue **funzioni volontarie e involontarie**, sia **fisiche** che **psicologiche**.



Il **sistema nervoso** è formato dall'encefalo (cervello, cervelletto e tronco encefalico) dal **midollo spinale**, dagli **organi di senso** e da tutti i **nervi**.

Al suo interno si distingue il **sistema nervoso centrale** e il **sistema nervoso periferico**

Il **tronco encefalico** fa da tramite tra il *cervello* e il *midollo spinale*, ed è la parte più antica dell'encefalo: controlla funzioni vitali come la **respirazione** e la **frequenza del battito cardiaco**.



2. Il Sistema Nervoso Autonomo – cenni di anatomia e fisiopatologia

Il sistema nervoso centrale

Il **sistema nervoso centrale** è formato dall'encefalo e dal **midollo spinale**.

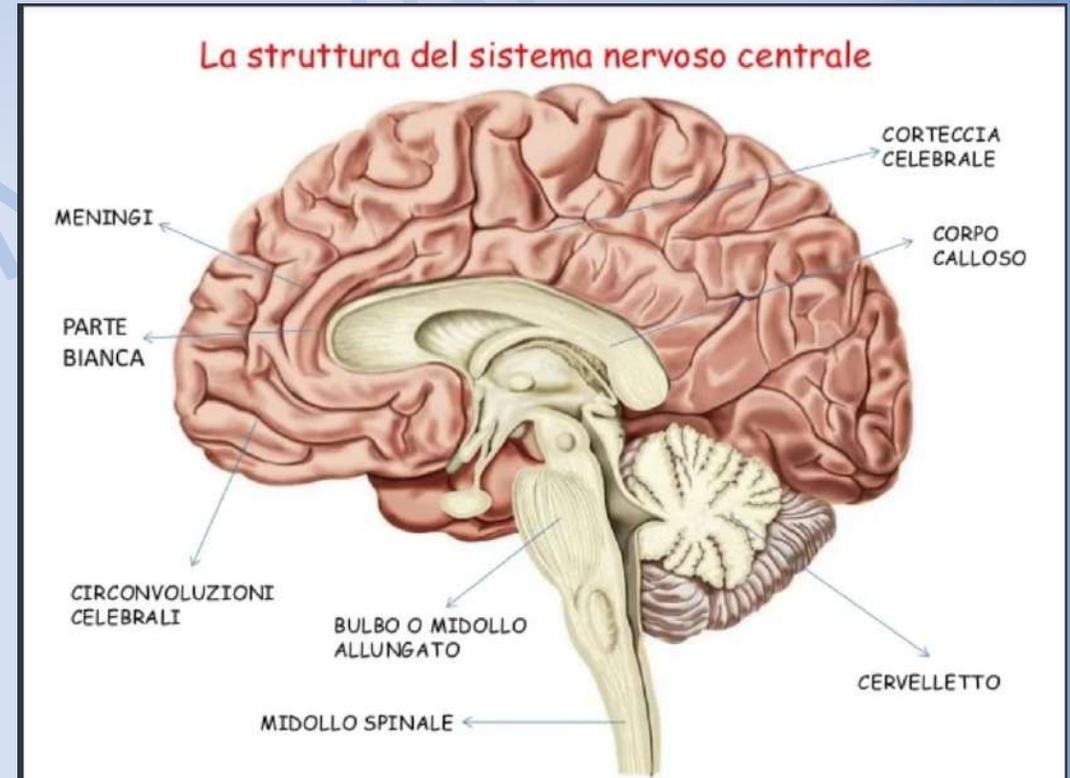
In un adulto il primo contiene circa cento miliardi di cellule nervose (i **neuroni**) e un numero ancora più elevato di cellule che svolgono funzioni di supporto (note con il nome di glia).

Localizzato all'interno della **scatola cranica**, è formato da **due emisferi** uniti fra loro ed è in continuità diretta con il **midollo spinale**, che invece è una struttura cilindrica che scorre all'interno della colonna vertebrale.

Entrambi sono circondati da una serie di membrane protettive (le **meningi**).

A proteggerli è anche il **liquido cerebrospinale** prodotto dal cervello, che scorre all'interno dello spazio delimitato da due delle meningi (la pia madre e l'aracnoide).

Da entrambi si dipartono nervi diretti verso altre parti del corpo.



2. Il Sistema Nervoso Autonomo – cenni di anatomia e fisiopatologia

Il sistema nervoso periferico

Può essere diviso in due grandi parti: il **sistema nervoso somatico** e il **sistema nervoso autonomo (SNA)**

Sistema nervoso somatico

Il sistema nervoso somatico **trasporta** le **informazioni** relative ai **movimenti** e ai **sensi** dal **sistema nervoso centrale** al resto del corpo e viceversa.

È formato dalle **fibre nervose periferiche** che portano le informazioni sensoriali (provenienti dalla pelle e dagli organi di senso) al sistema nervoso centrale e **dalle fibre nervose motorie** che dal sistema nervoso centrale viaggiano verso i muscoli scheletrici.

I **neuroni sensitivi** (o afferenti) portano le informazioni dai nervi al sistema nervoso centrale.

I **motoneuroni** (o efferenti) trasportano invece le informazioni dal **cervello** e dal **midollo spinale** alle fibre muscolari.

E' **responsabile** dei **movimenti** dei **muscoli volontari** e del processamento delle informazioni sensoriali associate a stimoli esterni, incluse quelle legate all'udito, al tatto e alla vista.

Il sistema nervoso somatico è inoltre associato ai **movimenti involontari** anche **detti arco riflesso**.

2. Il Sistema Nervoso Autonomo – cenni di anatomia e fisiopatologia

Sistema nervoso autonomo

Il sistema nervoso autonomo è **quella parte del sistema nervoso periferico che controlla le funzioni degli organi interni** (come cuore, stomaco e intestino) **e di alcuni muscoli**. Sempre attivo, **permette di far fronte alle funzioni di base dell'organismo**. Per farlo lavora insieme al sistema nervoso somatico.

Può essere diviso in tre parti: il sistema nervoso simpatico, il sistema nervoso parasimpatico e il sistema nervoso enterico (o metasimpatico).

Il **sistema nervoso simpatico** origina dal **midollo spinale**, in particolare a livello delle zone toraciche e lombari. I prolungamenti dei neuroni qui presenti si dirigono verso una serie di strutture, i gangli, localizzati vicino al midollo spinale. Per questo si parla di fibre pregangliari (quelle che originano nel midollo) e di fibre postgangliari (quelle che partono dal ganglio). Queste ultime si dirigono verso un muscolo o una ghiandola. Solo poche fibre pregangliari contattano direttamente altri gangli diversi da questi.

I corpi dei neuroni del **sistema parasimpatico** si trovano invece nella regione sacrale del midollo spinale e nel midollo allungato del **tronco encefalico**, dove i nervi cranici III, VII, IX e X formano le fibre pregangliari parasimpatiche. Queste e quelle che originano dal midollo spinale si dirigono verso gangli molto vicini all'organo che devono controllare. Da qui le fibre postgangliari si dirigono direttamente verso l'organo bersaglio.

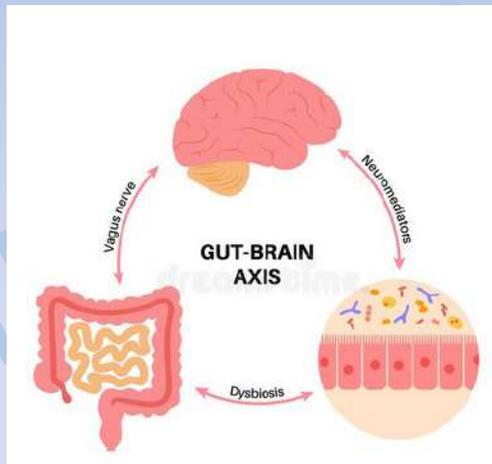
Il **sistema nervoso enterico** è invece formato dall'insieme delle fibre nervose che innervano i visceri.

2. Il Sistema Nervoso Autonomo – cenni di anatomia e fisiopatologia

SISTEMA NERVOSO AUTONOMO SIMPATICO, PARASIMPATICO ed ENTERICO

SIMPATICO Corpi cellulari dei neuroni pregangliari localizzati nelle corna laterali dei segmenti toracici e lombari del midollo spinale. Assoni lasciano il midollo tramite le radici ventrali dei nervi spinali e raggiungono i corpi cellulari dei neuroni postgangliari localizzati nei gangli vertebrali che formano una catena posta a lato della colonna vertebrale.

PARASIMPATICO Corpi cellulari localizzati in diversi nuclei del tronco dell'encefalo e nelle corna laterali della sostanza grigia dei segmenti sacrali del midollo spinale. Assoni lasciano il SNC tramite nervi cranici (oculomotore, facciale, glossofaringeo e vago) e nervi sacrali spinali e si connettono con i neuroni postgangliari nei gangli parasimpatici, distribuiti vicino agli organi innervati.

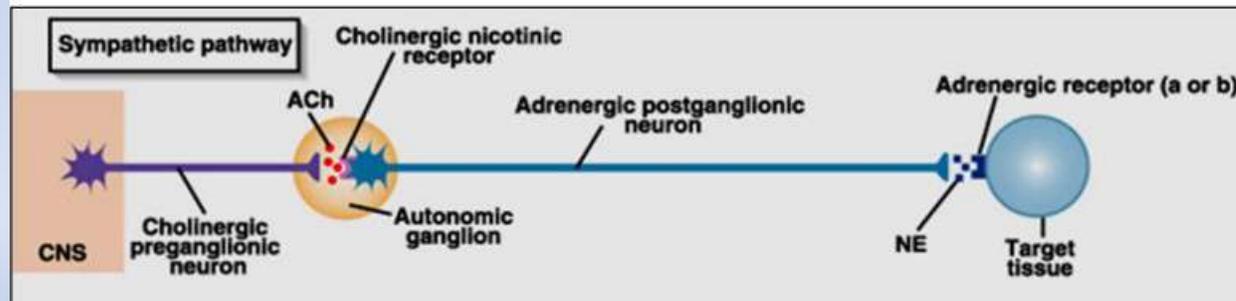


ENTERICO Consiste di neuroni situati nei plessi intramurali del tratto gastrointestinale. Riceve impulsi dal sistema simpatico e parasimpatico, ma può agire autonomamente per controllare le funzioni motorie e secretorie dell'intestino.

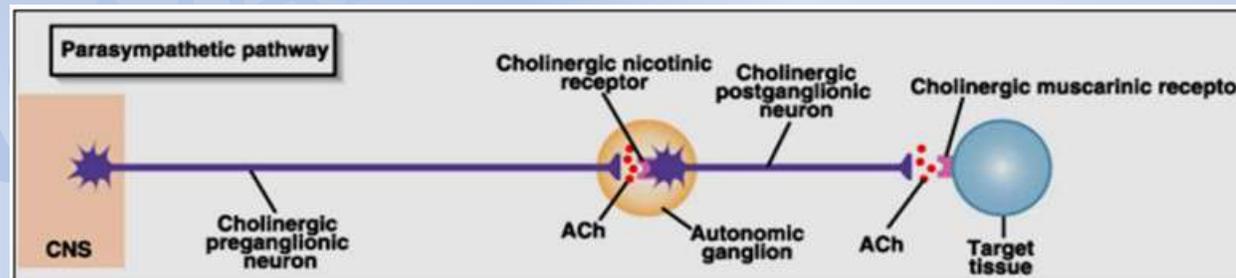
2. Il Sistema Nervoso Autonomo – cenni di anatomia e fisiopatologia

SIMPATICO e PARASIMPATICO: differenze anatomiche e funzionali

Sistema nervoso simpatico: Assoni pregangliari corti, terminano in strutture vicine, assoni postgangliari lunghi. Gli assoni di un singolo ganglio si distribuiscono in maniera diffusa ed innervano molti organi → **le reazioni simpatiche sono diffuse.**



Sistema nervoso parasimpatico: Assoni pregangliari lunghi, terminano in gangli situati all'interno o in vicinanza degli organi che innervano → **le reazioni parasimpatiche sono localizzate.**



2. Il Sistema Nervoso Autonomo – cenni di anatomia e fisiopatologia

Sistema nervoso simpatico (SNS) innesca quella che è comunemente nota come risposta "**lotta o fuga**":

I neuroni simpatici presinaptici rilasciano acetilcolina nelle sinapsi all'interno dei gangli simpatici.

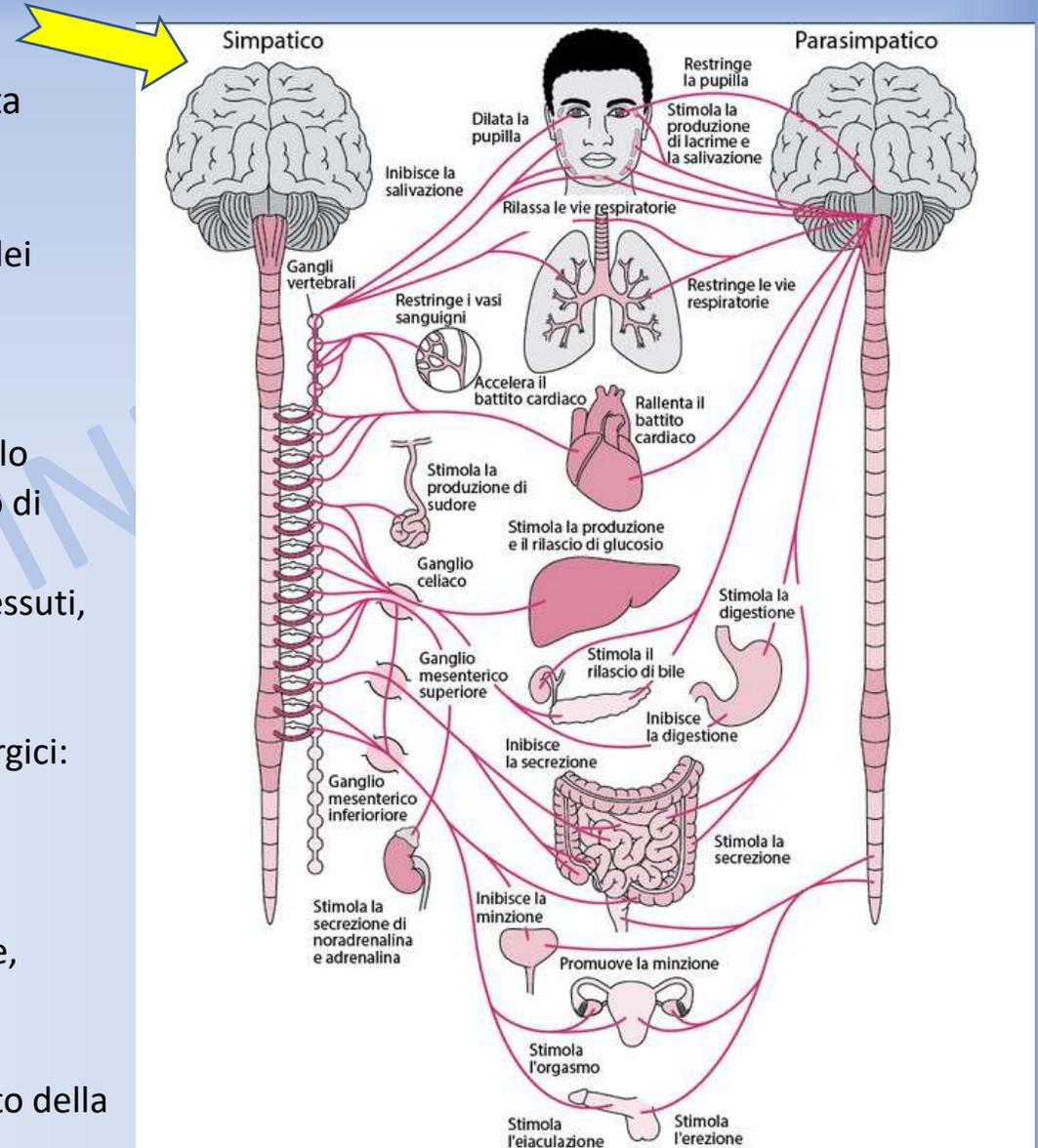
L'acetilcolina (Ach) è un messaggero chimico che lega i recettori nicotinici dell'acetilcolina ai neuroni postsinaptici

I neuroni postsinaptici rilasciano noradrenalina (NE) in risposta a questo stimolo
L'attivazione prolungata di questa risposta allo stimolo può innescare il rilascio di adrenalina dalle ghiandole surrenali (in particolare il midollo surrenale)

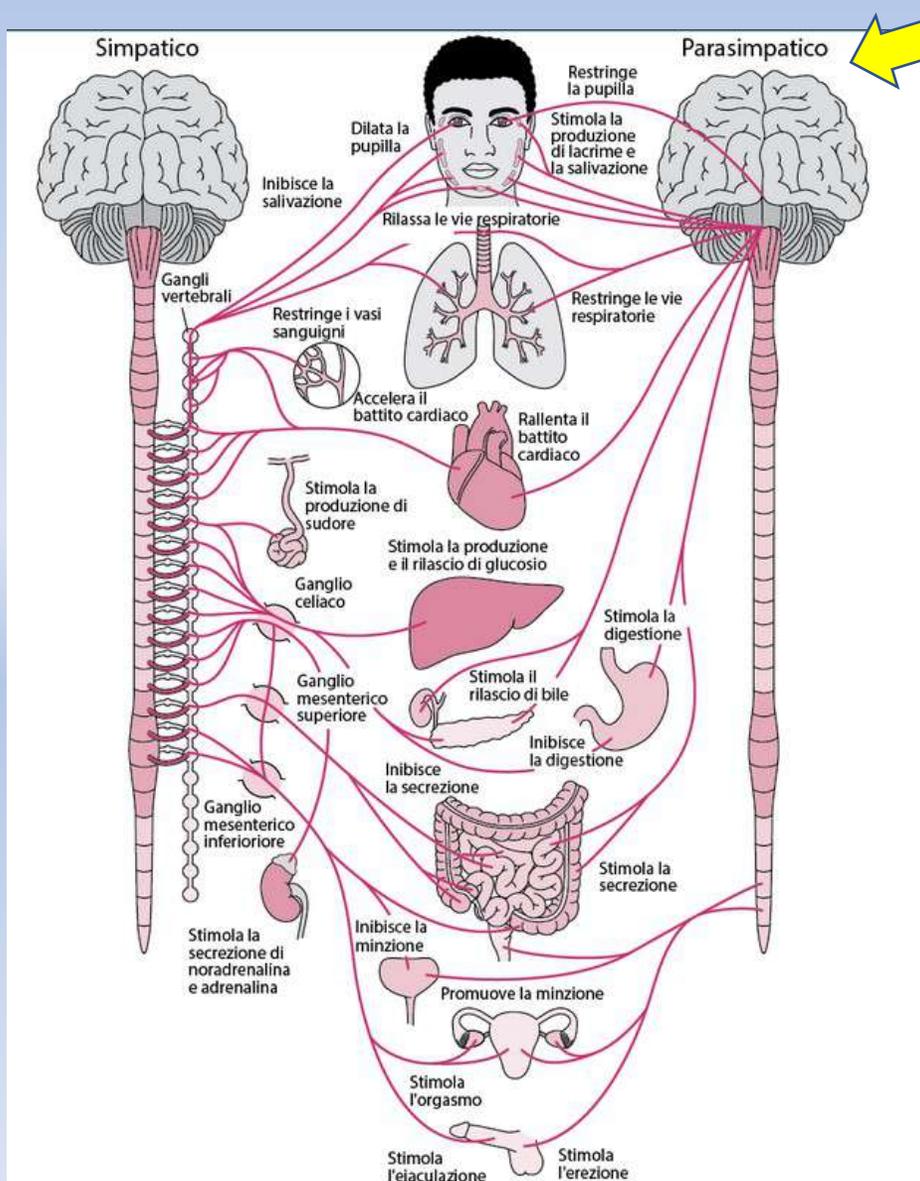
Una volta rilasciata, NE e adrenalina si legano ai recettori adrenergici su vari tessuti, determinando gli effetti caratteristici di "lotta o fuga"

I seguenti effetti sono visti come risultato dell'attivazione dei recettori adrenergici:

- aumento della sudorazione
- diminuzione della peristalsi
- aumento della frequenza cardiaca (aumento della velocità di conduzione, diminuzione del periodo refrattario)
- dilatazione della pupilla
- aumento della pressione sanguigna (aumento della contrattilità, aumento della capacità del cuore di rilassarsi e riempirsi)



2. Il Sistema Nervoso Autonomo – cenni di anatomia e fisiopatologia



Sistema nervoso parasimpatico (SNP) è talvolta indicato come il sistema "riposa e digerisci".

In generale, il PNS agisce in modo opposto al SNS, invertendo gli effetti della risposta di lotta o fuga. Tuttavia, potrebbe essere più corretto affermare che il SNS e il SNP hanno una relazione complementare, piuttosto che di opposizione.

Il SNP usa Ach come suo neurotrasmettore primario

Quando stimolato, il nervo presinaptico rilascia acetilcolina (Ach) nel ganglio

Ach a sua volta agisce sui recettori nicotinici dei neuroni postsinaptici

I nervi postsinaptici rilasciano quindi acetilcolina per stimolare i recettori muscarinici dell'organo bersaglio

I seguenti effetti sono visti come risultato dell'attivazione del SNP:

- diminuzione della sudorazione
- aumento della peristalsi
- diminuzione della frequenza cardiaca (diminuzione della velocità di conduzione, aumento del periodo refrattario)
- costrizione della pupilla
- diminuzione della pressione sanguigna (diminuzione della contrattilità, diminuzione della capacità del cuore di rilassarsi e riempirsi)

2. Il Sistema Nervoso Autonomo – cenni di anatomia e fisiopatologia

	SIMPATICO	PARASIMPATICO
Funzione	Difesa del corpo contro gli attacchi	Guarigione, rigenerazione e nutrimento del corpo
Effetto generale	Catabolico (scompone il corpo)	Anabolico (costruisce il corpo)
Organi e ghiandole ATTIVAZIONE	Il cervello, i muscoli, il pancreas insulinico, la tiroide, le ghiandole surrenali	Il fegato, i reni, gli enzimi pancreatici, la milza, lo stomaco, l'intestino tenue e il colon
Ormoni e messaggeri AUMENTO	Insulina, cortisolo, ormoni tiroidei	Ormone paratiroideo, enzimi pancreatici, bile, enzimi digestivi
Funzioni corporee ATTIVAZIONE	Aumento della pressione sanguigna e della glicemia, aumenta la produzione di calore	Attiva la digestione, la detossificazione e il sistema immunitario
Elementi psicologici	Paura, senso di colpa, tristezza, rabbia, ostinazione, aggressività	Calma, appagamento, relax
Fattori che attivano questo sistema	Stress, paure, rabbia, preoccupazione, pensieri ossessivi, rimuginio, troppo esercizio	Riposo, sonno, meditazione, terapie di rilassamento, sentimento di essere amati

2. Il Sistema Nervoso Autonomo – cenni di anatomia e fisiopatologia

I **disturbi alla base di disautonomia o insufficienza autonoma** possono aver origine nel sistema nervoso centrale o periferico e possono essere primitivi o secondari ad altre patologie.

Le **cause più frequenti** di insufficienza autonoma sono

Diabete (il più comune)

Invecchiamento

Neuropatie periferiche

Morbo di Parkinson

Altre cause comprendono

Neuropatia autonoma autoimmune

Insufficienza autonoma pura

Certi farmaci

Disturbi della giunzione neuromuscolare

Atrofia Multisistemica

Patologie del midollo spinale

Alcune infezioni virali (possibilmente compreso il Covid-19)

Lesioni ai nervi del collo, comprese quelle dovute a intervento chirurgico

Valutazione dell'insufficienza autonoma - Anamnesi

Sintomi suggestivi di insufficienza autonoma comprendono

- Intolleranza ortostatica (sviluppo di sintomi autonomi come sensazione di testa vuota che si allevia sedendosi) dovuta a ipotensione ortostatica o sindrome da tachicardia ortostatica posturale
- Intolleranza al calore
- Perdita del controllo della vescica e dell'intestino
- Disfunzione erettile (sintomo precoce)



3.

Relazione tra HRV e Sistema Nervoso Autonomo

*«Possiamo dire che attraverso
i numeri l'HRV da voce al
Sistema Nervoso Autonomo»*

3. Relazione tra HRV e Sistema Nervoso Autonomo

Basi fisiologiche della variabilità della frequenza cardiaca (HRV)

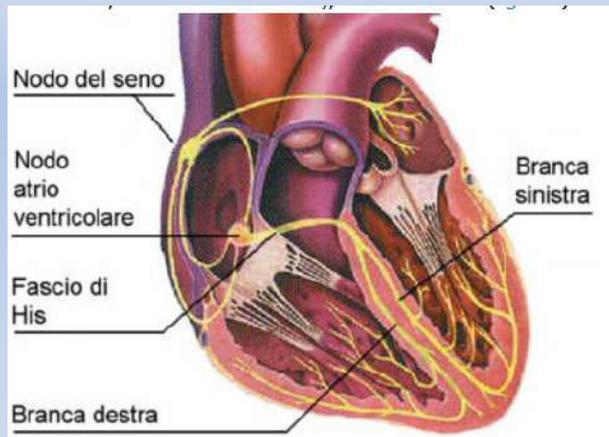
Il **sistema nervoso autonomo (SNA)** svolge un ruolo importante, non solo in situazioni fisiologiche, ma anche in vari contesti patologici.

Lo **squilibrio autonomo** che associa una **maggiore attività simpatica** e una **riduzione del tono vagale** è stato fortemente implicato nella **fisiopatologia di numerose condizioni** quali diabete, malattie neurodegenerative, stati depressivi, aritmia e morte cardiaca improvvisa.

Tra le diverse **tecniche non invasive disponibili** per valutare lo stato autonomo, la **variabilità della frequenza cardiaca (HRV)** è emersa come un **metodo semplice e non invasivo** per valutare l'equilibrio simpatovagale a livello senoatriale.

La variabilità della frequenza cardiaca viene regolata da un gruppo di cellule specializzate che si chiamano **cellule pacemaker** che ritroviamo in corrispondenza del tetto dell'atrio destro

Il **nodo senoatriale** è un gruppo di cellule specializzate che riceve impulsi nervosi dalla banca simpatica e dalla banca parasimpatica del sistema nervoso autonomo



3. Relazione tra HRV e Sistema Nervoso Autonomo

COLLEGAMENTO TRA CUORE E CERVELLO

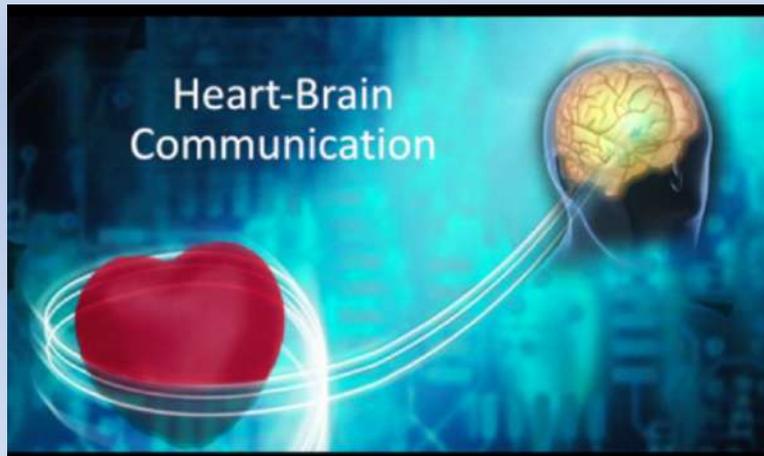
Un tempo si riteneva che ci fosse solo una comunicazione unidirezionale, dal cervello verso il cuore, adesso sappiamo che anche il cuore invia tutta una serie di informazioni al cervello.

Il **cuore** e il **cervello** di continuo **si scambiano informazioni cruciali**

Il **cuore** invia di gran lunga più informazioni al **cervello** di quante il **cervello** ne invii al **cuore**: il **90/95% dei nervi che connettono cuore e cervello**, infatti, sono fibre neurali **afferenti**, cioè **ascendenti**, che portano l'informazione **da cuore a cervello**.

Inoltre, **il cuore comunica al cervello in altri quattro modi**:

- **neurologicamente**, attraverso la trasmissione di impulsi nervosi,
- **biochimicamente**, con l'azione di ormoni e neurotrasmettitori,
- **biofisicamente**, attraverso le onde della pressione sanguigna,
- **energeticamente**, attraverso le interazioni del campo elettromagnetico



Two-way communication between the heart and the brain. Significance of time within the cardiac cycle - B C Lacey, J I Lacey - Am Psychol. 1978 Feb;33(2):99-113. doi: 10.1037//0003-066x.33.2.99.

3. Relazione tra HRV e Sistema Nervoso Autonomo

COLLEGAMENTO TRA CUORE E CERVELLO

- **Il cuore è anche una ghiandola endocrina**

Nel 1983 il **cuore** è stato inserito **all'interno del sistema ormonale** dopo la scoperta dell' **ANF**, il **fattore atriale natriuretico** soprannominato **l'ormone dell'equilibrio**.

- **Cuore, campo elettromagnetico e cervello cardiaco**

Il campo elettromagnetico del cuore, sempre presente, ha una potente influenza sui processi comunicativi in tutto il corpo.

- Fu un **pioniere della neurocardiologia**, il **dr Armour** nel **1991** a divulgare negli ambienti scientifici che il **cuore** ha un **complesso sistema nervoso intrinseco**, sufficientemente **sofisticato** da essere qualificato come **piccolo cervello**.

E' l'interazione tra il cervello nella testa e il piccolo cervello nel cuore che impatta su come funzioniamo bene mentalmente.

Nel **1993** l'**Heartmath institute (IHM)** ha iniziato ad **esplorare i meccanismi psicologici** dai quali il cuore comunica col cervello.



3. Relazione tra HRV e Sistema Nervoso Autonomo

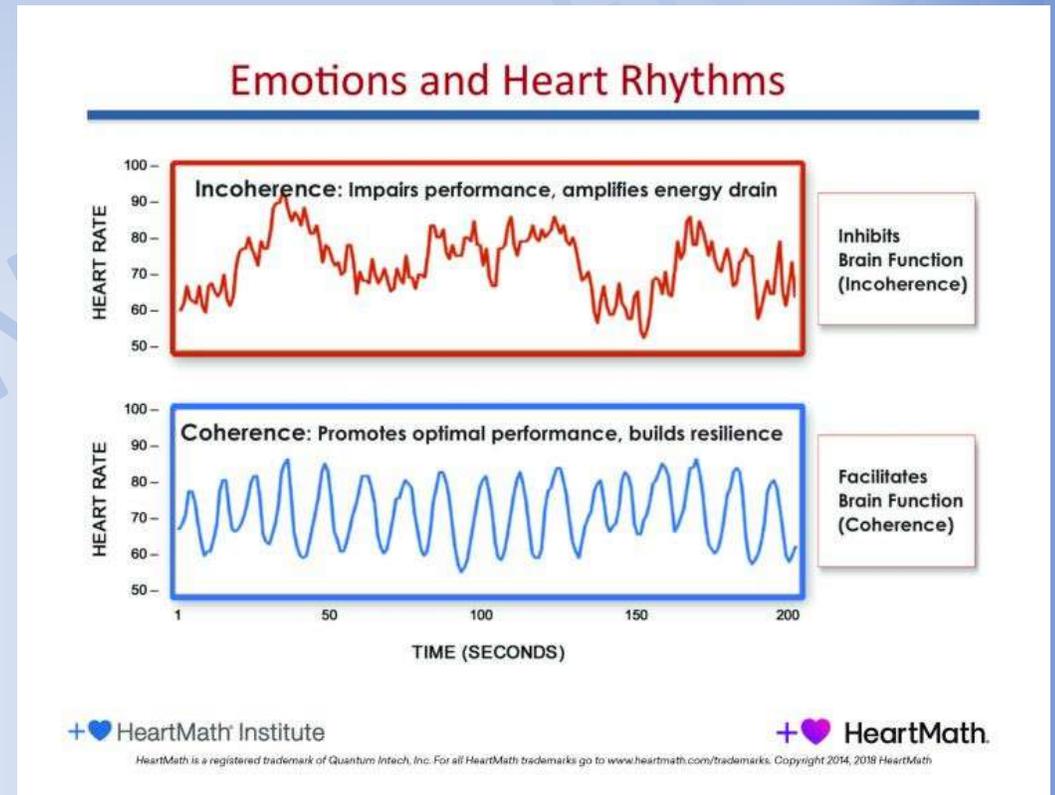
COLLEGAMENTO TRA CUORE E CERVELLO

*Gli studi di Heartmath hanno dimostrato che, sebbene cuore e cervello siano in costante comunicazione reciproca, ognuno di noi ha la capacità di **permettere consapevolmente e intenzionalmente al proprio cuore di comunicare al cervello in un modo da potenziare le nostre funzioni cognitive e la nostra salute.** → COERENZA CARDIACA*

La **coerenza cardiaca** avviene quando il **ritmo cardiaco produce un pattern fatto di un'onda armonica.**

Quando sperimentiamo **emozioni positive** in maniera sincera, come il **prenderci cura, la compassione, l'amorevolezza, l'apprezzamento, la gentilezza** per qualcuno o qualcosa, il **ritmo cardiaco diventa coerente e comunica questo schema armonico al cervello e a tutto il corpo.**

Durante la **coerenza cardiaca** c'è anche un **aumento della variabilità del battito cardiaco (HRV, Heart Rate Variability)**, che ha come conseguenza **un aumento dei segnali neurali inviati da cuore a cervello.**

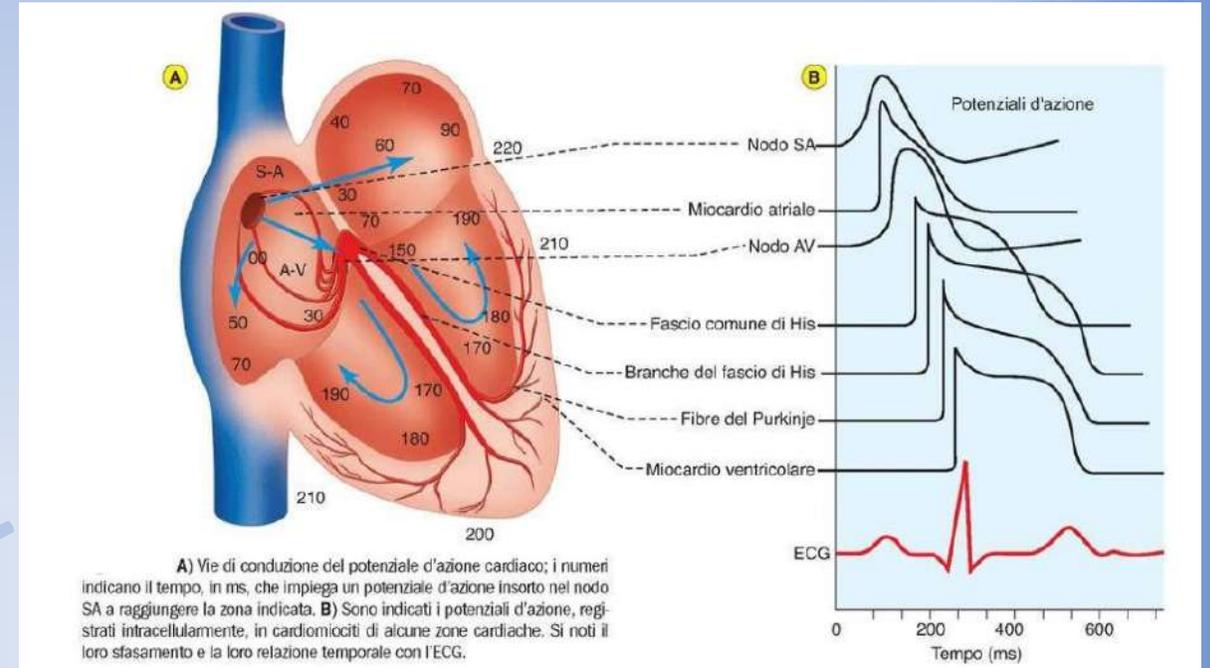


3. Relazione tra HRV e Sistema Nervoso Autonomo

Il sistema nervoso autonomo e il cuore

Sebbene l'**automaticità sia intrinseca** a diversi tessuti cardiaci con proprietà di pacemaker, l'**attività elettrica e contrattile** del miocardio è ampiamente **modulata dal SNA**.

Nella maggior parte delle condizioni fisiologiche i rami efferenti simpatico e parasimpatico hanno **azioni opposte**: il sistema simpatico migliora l'automaticità, mentre il sistema parasimpatico la inibisce.



Mentre l'effetto della **stimolazione vagale** sulle cellule del pacemaker cardiaco è di causare **iperpolarizzazione** e ridurre il tasso di depolarizzazione, la **stimolazione simpatica** provoca **effetti cronotropi** aumentando il tasso di depolarizzazione del pacemaker.

Entrambi i rami dell'ANS influenzano l'attività del canale ionico implicata nella regolazione della depolarizzazione delle cellule del pacemaker cardiaco (pompa Calcio-Sodio)

4. Metriche dell'HRV – Valori di riferimento

- La **variabilità della frequenza cardiaca** è un **marker elettrocardiografico non invasivo** che riflette l'attività delle componenti simpatiche e vagali del SNA sul nodo seno-atriale del cuore.
- Esprime la quantità totale di **variazioni degli intervalli HR e RR istantanei** (intervalli tra complessi QRS di normali depolarizzazioni sinusali).
- **Pertanto, l'HRV analizza la funzione autonoma tonica di base.**
- In un soggetto con un cuore normale e con un SNA intero, ci saranno continue variazioni fisiologiche dei cicli del nodo del seno che riflettono uno stato simpatovagale equilibrato e una normale HRV.
- In presenza di elevato stress o di patologia i cambiamenti nell'attività nelle fibre afferenti ed efferenti del SNA e nella regolazione neurale locale contribuiranno al conseguente squilibrio simpaticovagale, riflesso da una ridotta HRV.

HRV Metric	Mean	Range
NN (ms)	926 ± 90	785 - 1160
SDNN (ms)	50 ± 16	32 - 93
rMSSD (ms)	42 ± 15	19 - 75
ln(rMSSD) (ms)	3.74	2.94 - 4.32
LF (ms ²)	519 ± 291	193 - 1009
HF (ms ²)	657 ± 777	83 - 3630
LF/HF	2.8 ± 2.6	1.1 - 11.6

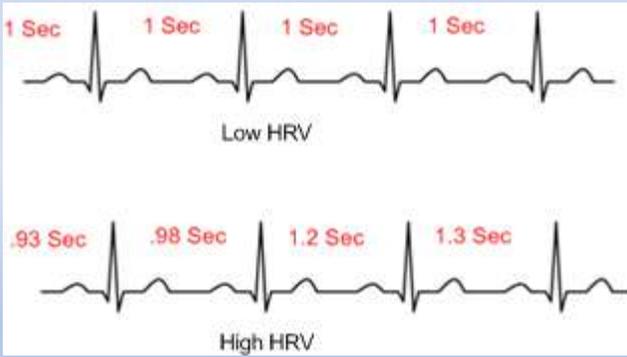
Source: Nunan et al., 2010

N=21,438 normally healthy adults from 44 studies
Short-term HRV measurements

4. Metriche dell'HRV – Valori di riferimento

Misurazioni della variabilità della frequenza cardiaca

L'analisi dell'HRV consiste in una serie di misurazioni delle successive variazioni dell'intervallo RR di origine sinusale che forniscono informazioni sul tono autonomico. Diversi fattori fisiologici possono influenzare l'HRV, come sesso, età, ritmo circadiano, respirazione e posizione del corpo.



Le misurazioni dell'HRV sono non invasive e altamente riproducibili.

Nel 1996 una task force della Società europea di cardiologia (ESC) e della Società nordamericana di stimolazione ed elettrofisiologia (NASPE) ha definito e stabilito standard di misurazione, interpretazione fisiologica e uso clinico dell'HRV.

Gli indici nel **dominio del tempo**, le **misure geometriche** e gli indici nel **dominio della frequenza** costituiscono oggi i parametri standard utilizzati clinicamente

4. Metriche dell'HRV – Valori di riferimento

Analisi nel dominio del tempo

Misura le **variazioni della frequenza cardiaca nel tempo** o

gli **intervalli tra cicli cardiaci normali successivi**.

In una registrazione ECG continua, ogni complesso QRS viene rilevato

e vengono quindi determinati i normali intervalli RR (intervalli NN),

dovuti a depolarizzazioni sinusali, o la frequenza cardiaca istantanea.

Le **variabili** calcolate nel dominio del tempo possono essere **semplici**, come l'intervallo RR medio, la frequenza cardiaca media, la differenza tra l'intervallo RR più lungo e quello più breve o la differenza tra la frequenza cardiaca notturna e diurna; e più **complessi** basati su misurazioni statistiche.

Questi **indici statistici** nel dominio del tempo sono divisi in **due categorie**, inclusi gli intervalli battito-battito o variabili derivate direttamente dagli intervalli stessi o dalla FC istantanea e gli intervalli derivati dalle differenze tra intervalli NN adiacenti.

I parametri della prima categoria sono **SDNN, SDANN e SD** e quelli della seconda categoria sono **RMSSD e pNN50**.

Time-Domain Results		
Variable	Units	Value
Mean RR*	(ms)	1065
Mean HR*	(bpm)	56
Min HR	(bpm)	52
Max HR	(bpm)	62
SDNN	(ms)	50.5
RMSSD	(ms)	65.8
NN50	(beats)	50
pNN50	(%)	17.79
RR triangular index		9.72
TINN	(ms)	530.0
Stress Index (\$I)		5.0

4. Metriche dell'HRV – Valori di riferimento

Analisi nel dominio del tempo

SDNN è un indice globale di HRV e riflette tutte le componenti a lungo termine e i ritmi circadiani

SDANN è un indice della variabilità della media di 5 minuti.

RMSSD e **pNN50** sono i parametri più comuni basati sulle differenze di intervallo e corrispondono a variazioni HRV a breve termine.

Riflettono alterazioni del tono autonomico che sono prevalentemente mediate in modo vagale.

Variabile	Units	Descrizione
SDNN	ms	Deviazione standard di tutti gli intervalli NN
SDANN	ms	Deviazione standard delle medie degli intervalli NN in tutti i segmenti da 5 minuti dell'intera registrazione
SD (or SDSD)	ms	Deviazione standard delle differenze tra intervalli NN adiacenti
RMSSD	ms	Radice quadrata media della somma dei quadrati delle differenze tra intervalli NN adiacenti
pnn50	%	Percentuale di differenza tra intervalli NN adiacenti maggiori di 50 ms

4. Metriche dell'HRV – Valori di riferimento

Variabile	SIGNIFICATO	RANGE TIPICO
SDNN	FLESSIBILITA' del sistema nervoso autonomo e indice generale della regolazione fisiologica di tutti i sistemi che generano l'HRV. Indice di «collaborazione» tra sist. ortosimpatico e sist. parasimpatico QUANTO SIAMO FLESSIBILI	35 - 100 ms
RMSSD	Indice di variabilità battito per battito quindi riflette maggiormente il tono parasimpatico vagale QUANTO SIAMO RESISTENTI	30 – 100 ms
pnn50	E' indice di variazioni rapide dell'HR e quindi prevalente misura parasimpatica QUANTO SIAMO RESISTENTI	%

Più SDNN è ALTO tanto meno il sistema è rigido

RMSSD e PNN50 indicano quanto siamo in grado di resistere agli stimoli che provengono dall'interno e dall'esterno, di resistere alle sfide che quotidianamente l'ambiente ci mette di fronte

4. Metriche dell'HRV – Valori di riferimento

Analisi nel dominio delle frequenze

L'analisi nel **dominio della frequenza** (densità spettrale di potenza) descrive **le oscillazioni periodiche** del segnale di frequenza cardiaca **scomposto a diverse frequenze e ampiezze**; e fornisce informazioni sulla **quantità della loro intensità relativa** (definita varianza o potenza) nel ritmo sinusale del cuore.

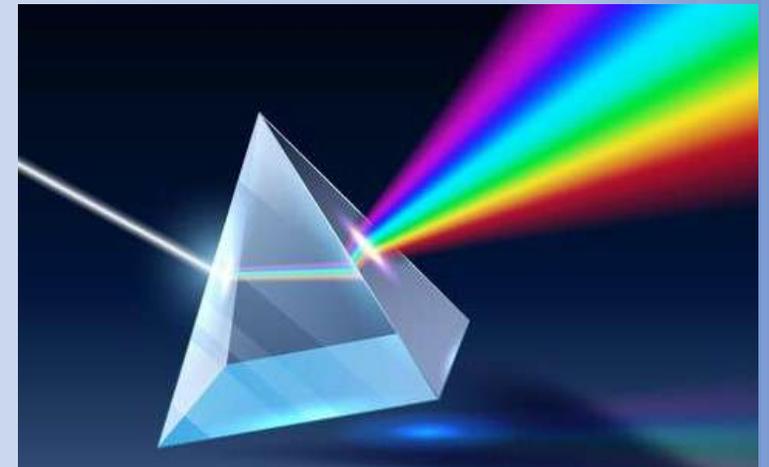
Schematicamente, l'analisi spettrale può essere confrontata con i risultati ottenuti quando la luce bianca passa attraverso un prisma, risultando in diverse luci di diverso colore e lunghezza d'onda.

L'analisi spettrale di potenza può essere eseguita in due modi:

- con un metodo non parametrico, la trasformazione veloce di Fourier (FFT)
- con un metodo parametrico

Quando si utilizza la FFT, i singoli intervalli RR memorizzati nel computer vengono trasformati in bande con diverse frequenze spettrali

Questo processo è simile alla scomposizione del suono di un'orchestra sinfonica nelle note sottostanti.



4. Metriche dell'HRV – Valori di riferimento

Analisi nel dominio delle frequenze

Lo spettro di potenza è costituito da bande di frequenza che vanno da 0 a 0,5 Hz e può essere classificato in quattro bande:

la banda di **frequenza ultra bassa** (ULF), la banda di **frequenza molto bassa** (VLF), la banda di **bassa frequenza** (LF), la banda di **alta frequenza** (HF).

Variable	Units	Description	Frequency range
Total power	ms ²	variance of all NN intervals	<0.4 Hz
VLF	ms ²	very low frequency	<0.003-0.04 Hz
LF	ms ²	low frequency power	0.04-0.15 Hz
HF	ms ²	high frequency power	0.15-0.4 Hz
LF/HF	ratio	ratio of low-high frequency power	

4. Metriche dell'HRV – Valori di riferimento

Analisi nel dominio delle frequenze

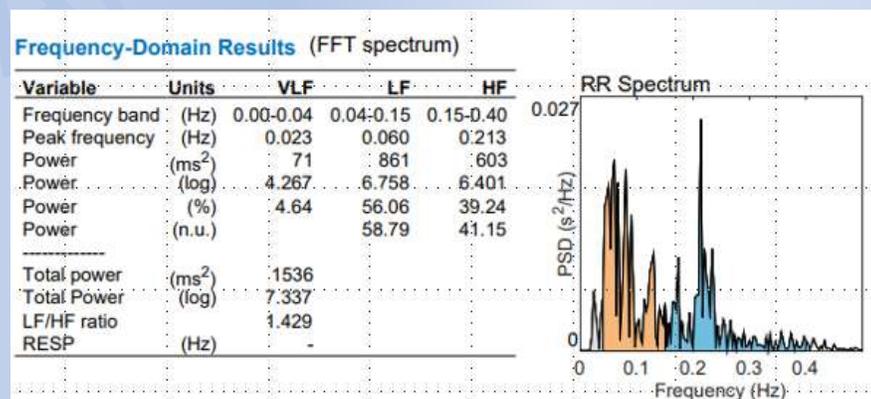
La potenza totale **TOTAL POWER** della variabilità dell'intervallo RR è la varianza totale e corrisponde alla **somma delle quattro bande spettrali**, LF, HF, ULF e VLF.

La **componente LF** è modulata sia dal sistema nervoso simpatico che da quello parasimpatico. In questo senso, la sua interpretazione è più controversa.

In pratica, un aumento della componente LF è stato generalmente considerato una conseguenza dell'attività simpatica.

Al contrario, il blocco β -adrenergico (beta bloccanti) ha comportato una riduzione della potenza LF.

Tuttavia, in alcune condizioni associate alla sovraeccitazione simpatica, ad esempio nei pazienti con scompenso cardiaco avanzato, è stato riscontrato che la componente LF è drasticamente ridotta, riflettendo così la ridotta reattività del nodo del seno agli input neurali.



4. Metriche dell'HRV – Valori di riferimento

Analisi nel dominio delle frequenze

La **componente HF** è generalmente definita come un marker di modulazione vagale.

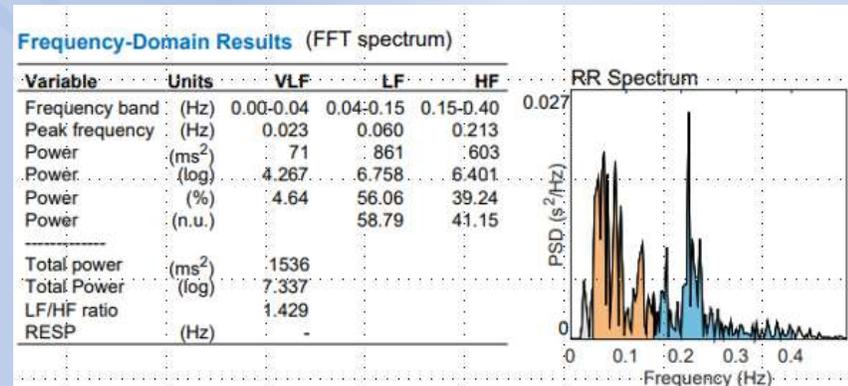
Questa componente è mediata dalla respirazione e quindi determinata dalla frequenza della respirazione.

Il **rapporto LF/HF** riflette l'equilibrio simpato-vagale globale e può essere utilizzato come misura di questo equilibrio.

Con un adulto medio normale in condizioni di riposo, il rapporto è generalmente compreso tra 1 e 2.

ULF e VLF sono componenti spettrali con oscillazioni molto basse. La componente ULF potrebbe riflettere i ritmi circadiani e neuroendocrini e la componente VLF ritmi a lungo periodo.

La **componente VLF** è risultata essere una delle principali determinanti dell'attività fisica ed è stata proposta come indicatore dell'attività simpatica.



4. Metriche dell'HRV – Valori di riferimento

Metodi geometrici

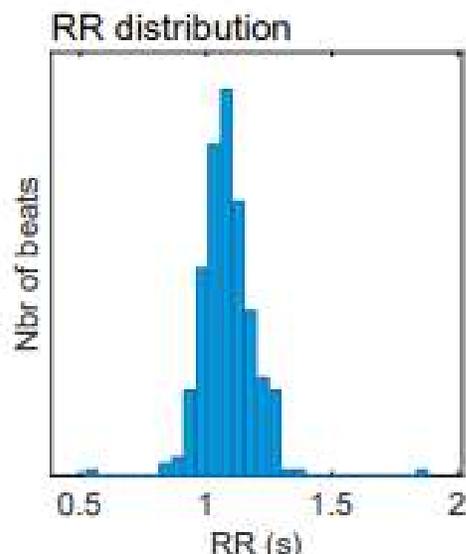
I metodi geometrici sono derivati e costruiti dalla conversione di sequenze di intervalli NN.

Esistono diverse forme geometriche per la valutazione dell'HRV: **l'istogramma**, **l'indice triangolare HRV** e la sua modifica, **l'interpolazione triangolare dell'istogramma dell'intervallo NN** e il metodo basato sui **grafici di Lorentz o Poincaré**.

L'**istogramma** valuta la relazione tra il numero totale di intervalli RR rilevati e la variazione dell'intervallo RR.

Time-Domain Results

Variable	Units	Value
Mean RR*	(ms)	1085
Mean HR*	(bpm)	55
Min HR	(bpm)	44
Max HR	(bpm)	68
SDNN	(ms)	76.7
RMSSD	(ms)	105.1
NN50	(beats)	46
pNN50	(%)	16.73
RR triangular index		11.50
TINN	(ms)	910.0
Stress Index (SI)		3.7



L'**indice HRV triangolare** considera il picco maggiore dell'istogramma come un triangolo con la sua larghezza di base corrispondente alla quantità di variabilità dell'intervallo RR, la sua altezza corrisponde alla durata più frequentemente osservata degli intervalli RR e la sua area corrisponde al numero totale di tutti Intervalli RR utilizzati per costruirlo.

L'indice triangolare HRV è una stima dell'HRV complessivo.

4. Metriche dell'HRV – Valori di riferimento

Metodi geometrici

POINCARE PLOT

E' la trasposizione grafica di una funzione dove viene messo in relazione uno spazio RR con lo spazio successivo

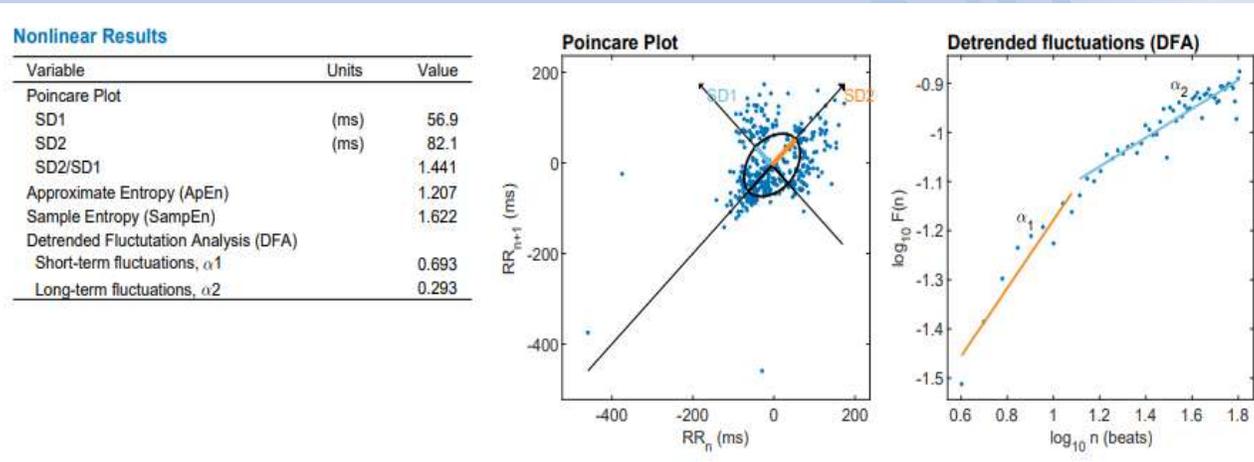
Rappresentazione intuitiva di **funzioni non lineari** come il battito cardiaco e tutti i sistemi del nostro corpo (grande utilizzo nello studio della fisiologia umana)

Ogni punto rappresenta graficamente un intervallo RR e la sua relazione con l'intervallo successivo.

La localizzazione dei punti ci da un'indicazione, grafica, dello stato di salute generale del soggetto.

SD1 variazioni a breve termine

SD2 variazioni a lungo termine



DETRENDED FLUCTUATION (DFA)

Indica le variazioni di ogni intervallo RR all'interno o al di fuori di quello che è individuato come TREND

Alfa 1 : variazioni a breve termine

Alfa 2 : variazioni a lungo termine

4. Metriche dell'HRV – Valori di riferimento

HRV Metric	Mean	Range
NN (ms)	926 ± 90	785 - 1160
SDNN (ms)	50 ± 16	32 - 93
rMSSD (ms)	42 ± 15	19 - 75
ln(rMSSD) (ms)	3.74	2.94 - 4.32
LF (ms ²)	519 ± 291	193 - 1009
HF (ms ²)	657 ± 777	83 - 3630
LF/HF	2.8 ± 2.6	1.1 - 11.6

Source: Nunan et al., 2010

N=21,438 normally healthy adults from 44 studies

Short-term HRV measurements

TABELLA RIASSUNTIVA

VALORI MEDI

5. Registrazione dell'HRV con iMRS PRIME

1. **Posizionamento del Exagon Sense Biofeedback sul soggetto - criteri**
2. Impostazione del programma sulla Control Unit
 - Device (Mat – Exagon Brain)
 - Tempo
 - Intensità
3. Record Management – procedura per scaricare il file registrato
4. Installazione software Kubios
5. Lettura del file



5. Registrazione dell'HRV con iMRS PRIME

1. Posizionamento del Exagon Sense Biofeedback sul soggetto - criteri
2. **Impostazione del programma sulla Control Unit**
 - Device (Mat – Exagon Brain)
 - Tempo
 - Intensità
3. Record Management – procedura per scaricare il file registrato
4. Installazione software Kubios
5. Lettura del file



5. Registrazione dell'HRV con iMRS PRIME

1. Posizionamento del Exagon Sense Biofeedback sul soggetto - criteri
2. Impostazione del programma sulla Control Unit
 - Device (Mat – Exagon Brain)
 - Tempo
 - Intensità
3. **Record Management – procedura per scaricare il file registrato**
4. Installazione software Kubios
5. Lettura del file



5. Registrazione dell'HRV con iMRS PRIME

Record Management – procedura per scaricare il file registrato



1. Selezionare la «rotellina» in alto a dx



2, Selezionare «record management»



3. Inserire la chiavetta USB di lato



4. Selezionare il file con dicitura «HRV» da trasferire

5. Registrazione dell'HRV con iMRS PRIME

1. Posizionamento del Exagon Sense Biofeedback sul soggetto - criteri
2. Impostazione del programma sulla Control Unit
 - Device (Mat – Exagon Brain)
 - Tempo
 - Intensità
3. Record Management – procedura per scaricare il file registrato
4. **Installazione software Kubios**
5. Lettura del file



5. Registrazione dell'HRV con iMRS PRIME

1. Posizionamento del Exagon Sense Biofeedback sul soggetto - criteri
2. Impostazione del programma sulla Control Unit
 - Device (Mat – Exagon Brain)
 - Tempo
 - Intensità
3. Record Management – procedura per scaricare il file registrato
4. Installazione software Kubios
5. **Letture del file**



5. Registrazione dell'HRV con iMRS PRIME

Lettura del file

kubios
Kubios HRV Standard 3.4.3

Open HRV Data

Open a new file...

Recent Files

- Record_20220709_120300_HRV_R.txt
- Record_20220709_114446_HRV_R.txt
- Record_20220709_110442_HRV_R.txt
- Record_20220709_103957_HRV_R.txt
- Record_20220601_113903_HRV_R.txt
- Record_20210727_122456_HRV_R_hrv.csv
- Record_20220419_160158_HRV_R.txt
- michela inizio 8apr22.csv
- Record_20220509_154518_HRV_R.txt

Upgrade to Premium

HRV Premium

Upgrade to Kubios HRV Premium now to get full featured HRV analysis for scientific research and professional use. [See detailed information](#)

Get Started with Kubios HRV Standard

- About Heart Rate Variability
- Kubios HRV User's Guide
- Video tutorials
- FAQ/Troubleshooting
- Release notes

www.kubios.com Follow us:

6. Report HRV con il software KUBIOS

IMPORTANTE

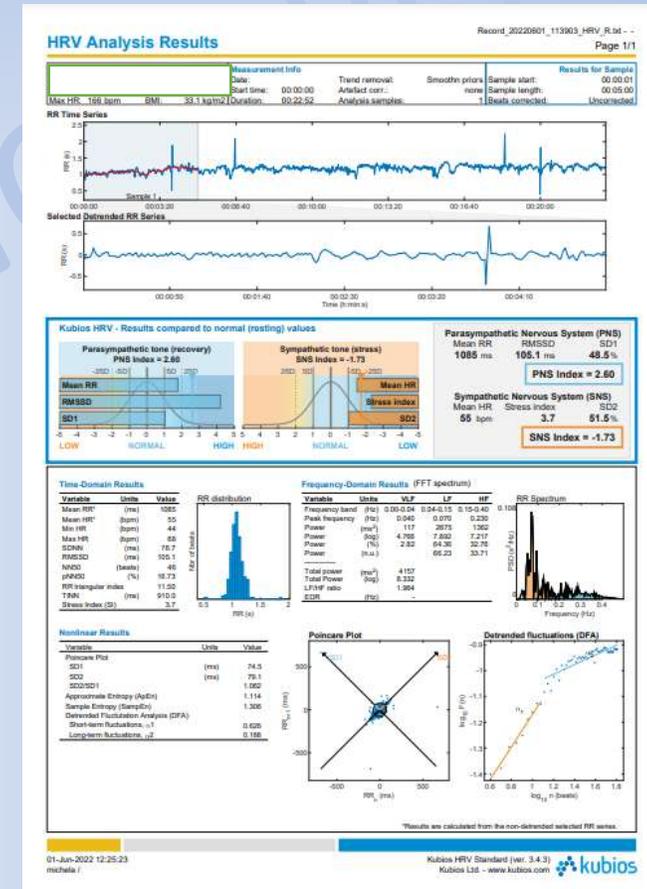
Non fare assunzioni assolute

Corretta registrazione dell'HRV

Interpretazione dei dati

Letture del report HRV

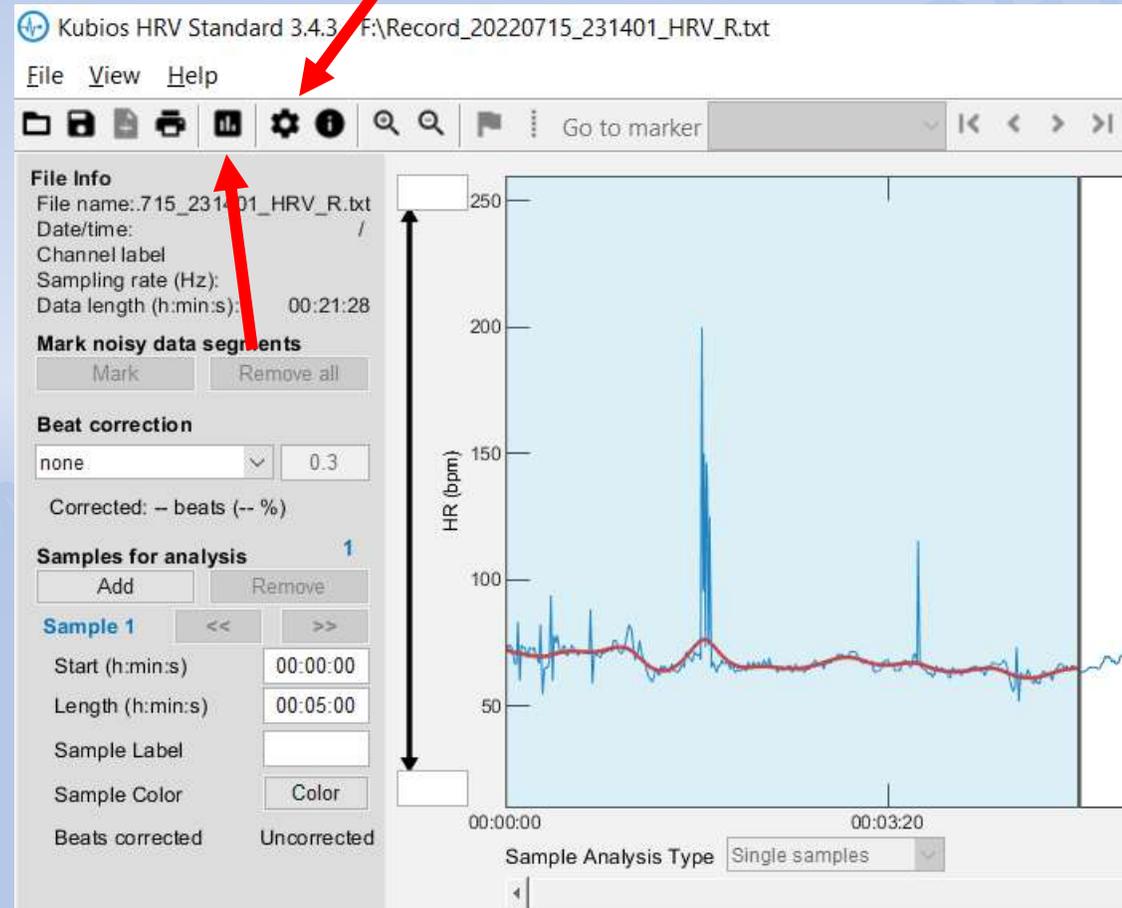
- Inserimento dati antropometrici
- HR time series
- Kubios HRV – Results compared to normal (resting) values
- Time domain results
- Frequency domain results
- Non linear results



6. Report HRV con il software KUBIOS

Lettura del report HRV

- Inserimento dati antropometrici
- Anteprima versione stampabile



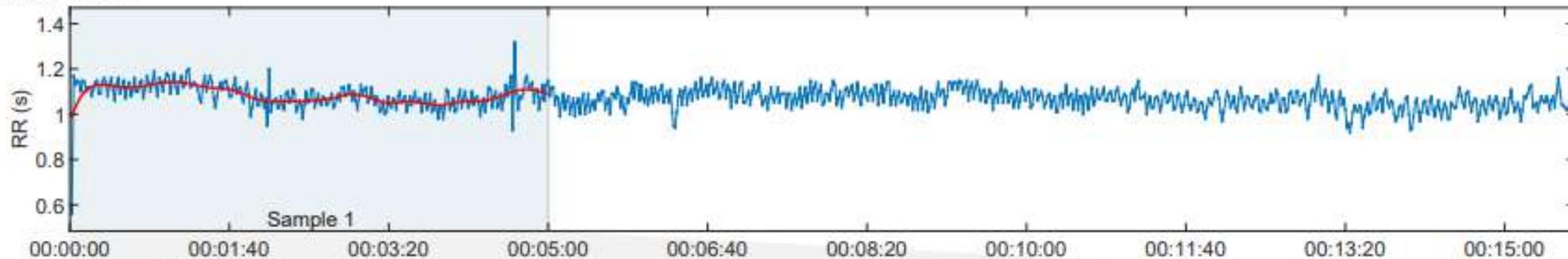
6. Report HRV con il software KUBIOS

HRV Analysis Results

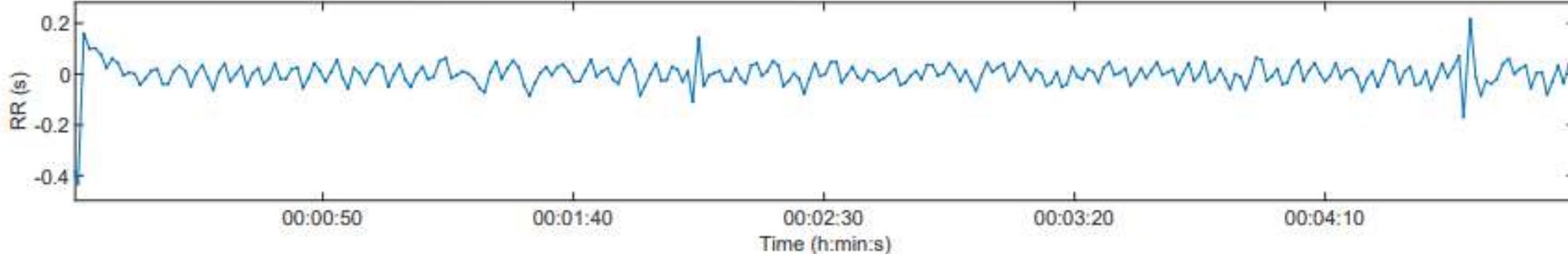
Page 1/1

Person: lorenzo		Measurement Info			Results for Sample	
Gender: Male	Height: 180 cm	Date: xx/xx/xx	Trend removal:	Smoothn priors	Sample start:	00:00:01
Age: 29 years	Weight: 93 kg	Start time: 00:00:00	Artefact corr.:	none	Sample length:	00:05:00
Max HR: 191 bpm	BMI: 28.7 kg/m2	Duration: 00:15:44	Analysis samples:	1	Beats corrected:	Uncorrected

RR Time Series



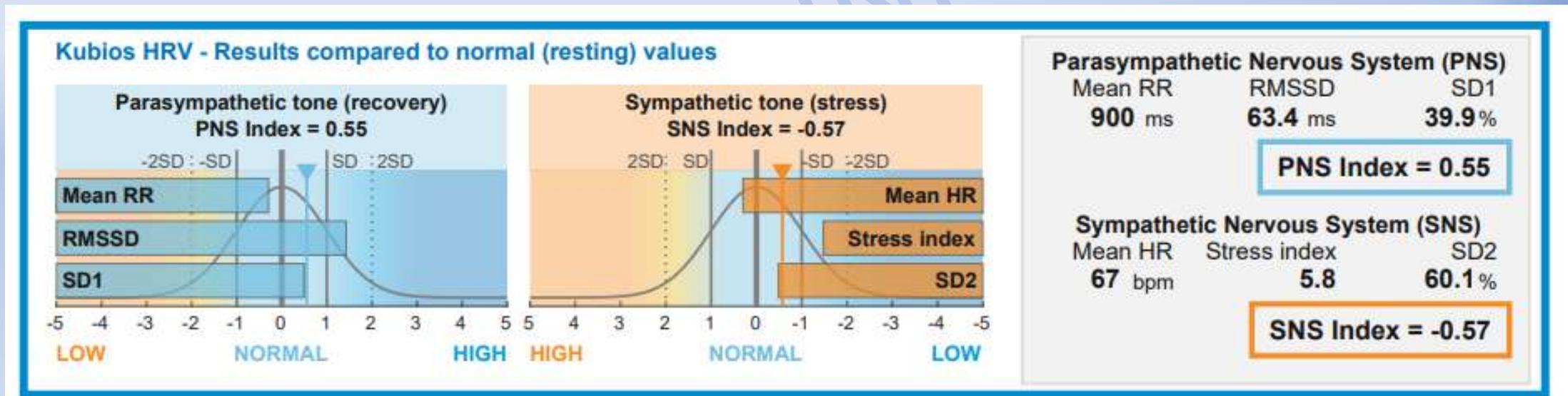
Selected Detrended RR Series



6. Report HRV con il software KUBIOS

Letture del report HRV

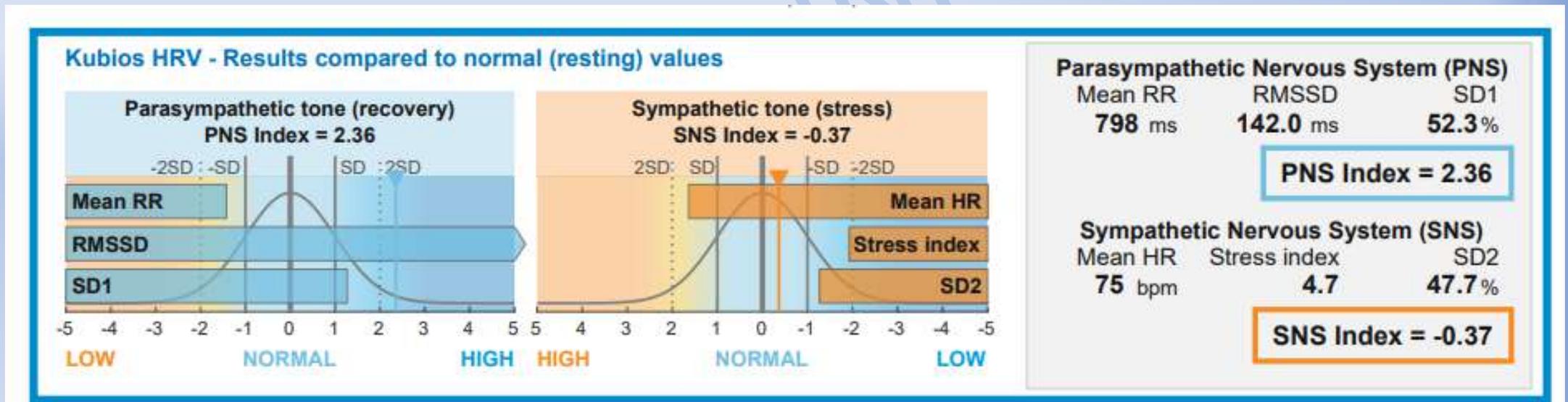
- Kubios HRV – Results compared to normal (resting) values



6. Report HRV con il software KUBIOS

Letture del report HRV

- Kubios HRV – Results compared to normal (resting) values



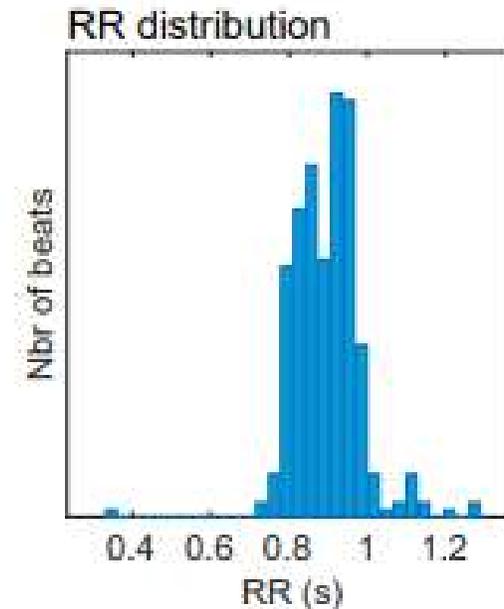
6. Report HRV con il software KUBIOS

Lettura del report HRV

- Time domain results

Time-Domain Results

Variable	Units	Value
Mean RR*	(ms)	900
Mean HR*	(bpm)	67
Min HR	(bpm)	54
Max HR	(bpm)	100
SDNN	(ms)	59.8
RMSSD	(ms)	63.4
NN50	(beats)	55
pNN50	(%)	16.57
RR triangular index		9.00
TINN	(ms)	520.0
Stress Index (SI)		5.8



6. Report HRV con il software KUBIOS

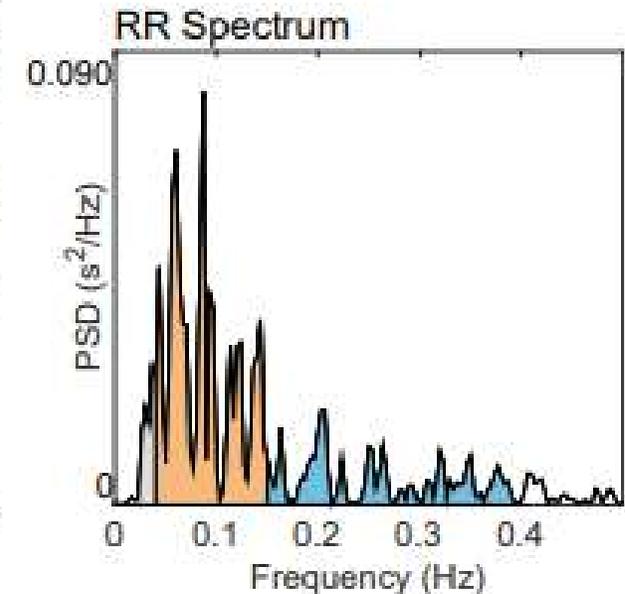
Lettura del report HRV

- Frequency domain results

Frequency-Domain Results (FFT spectrum)

Variable	Units	VLF	LF	HF
Frequency band	(Hz)	0.00-0.04	0.04-0.15	0.15-0.40
Peak frequency	(Hz)	0.037	0.087	0.207
Power	(ms ²)	314	2959	1139
Power	(log)	5.748	7.993	7.038
Power	(%)	7.11	67.06	25.81
Power	(n.u.)		72.19	27.78

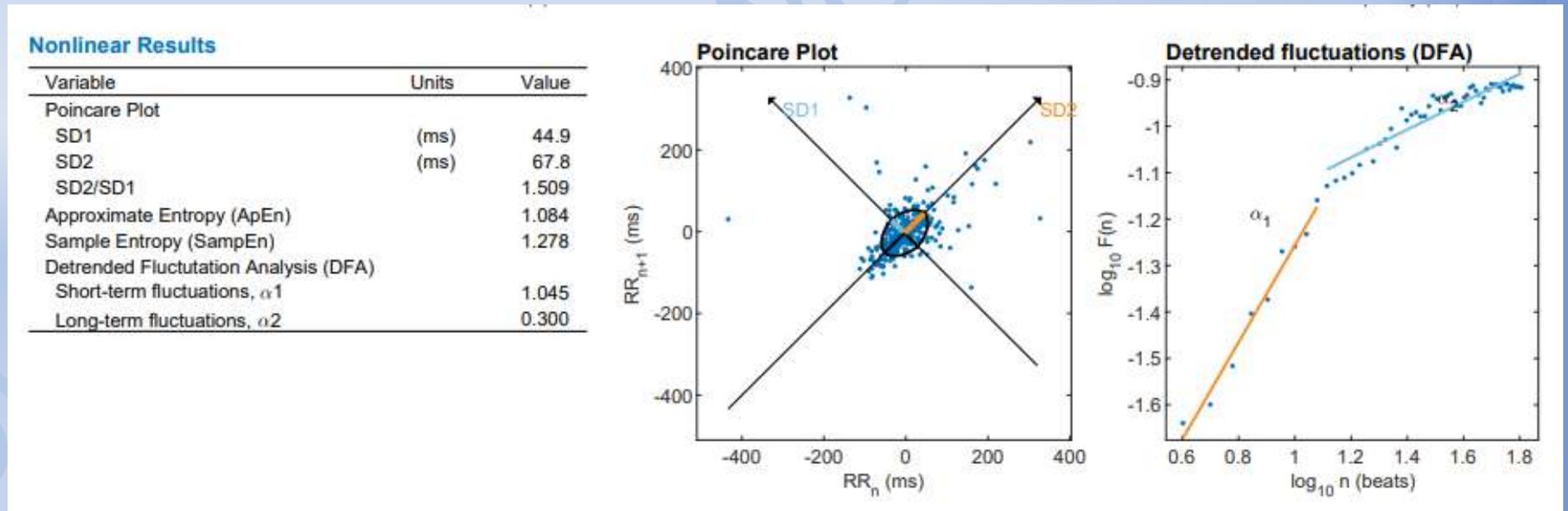
Total power	(ms ²)	4412		
Total Power	(log)	8.392		
LF/HF ratio		2.598		
EDR	(Hz)	-		



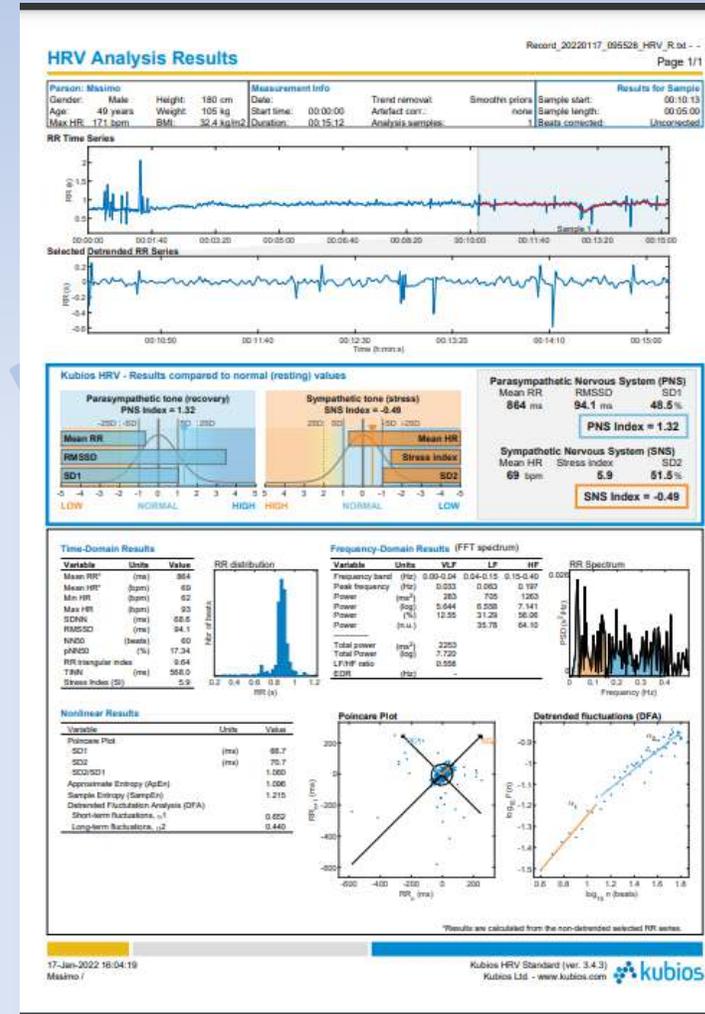
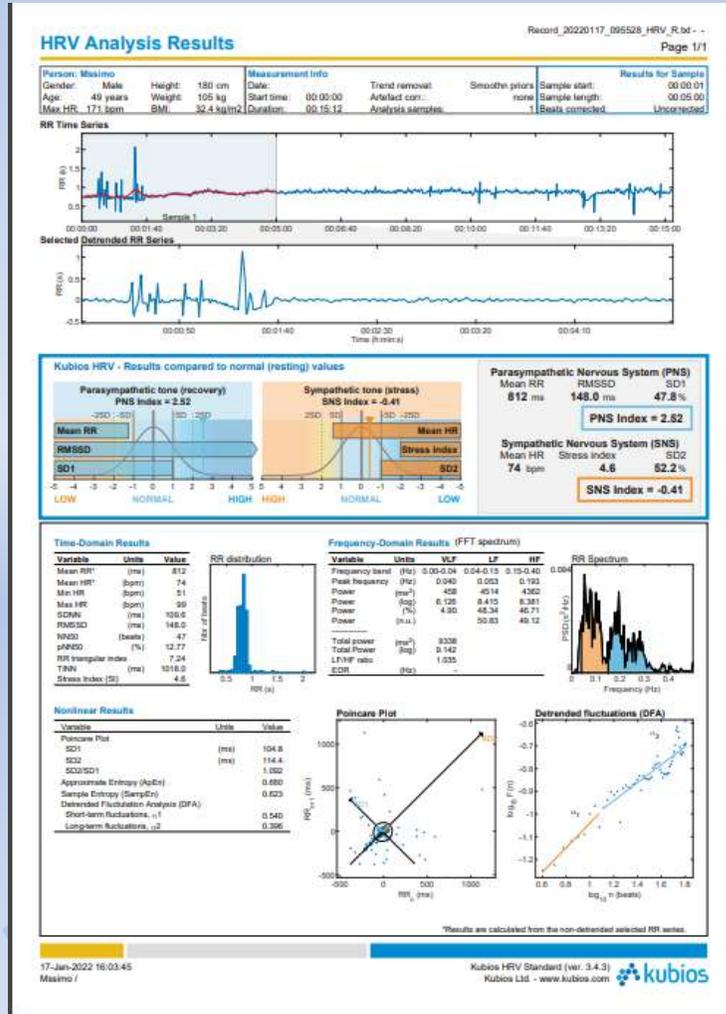
6. Report HRV con il software KUBIOS

Letture del report HRV

- Non linear results



6. Report HRV con il software KUBIOS



7. iMRS PRIME : dall'HRV all'HRVC

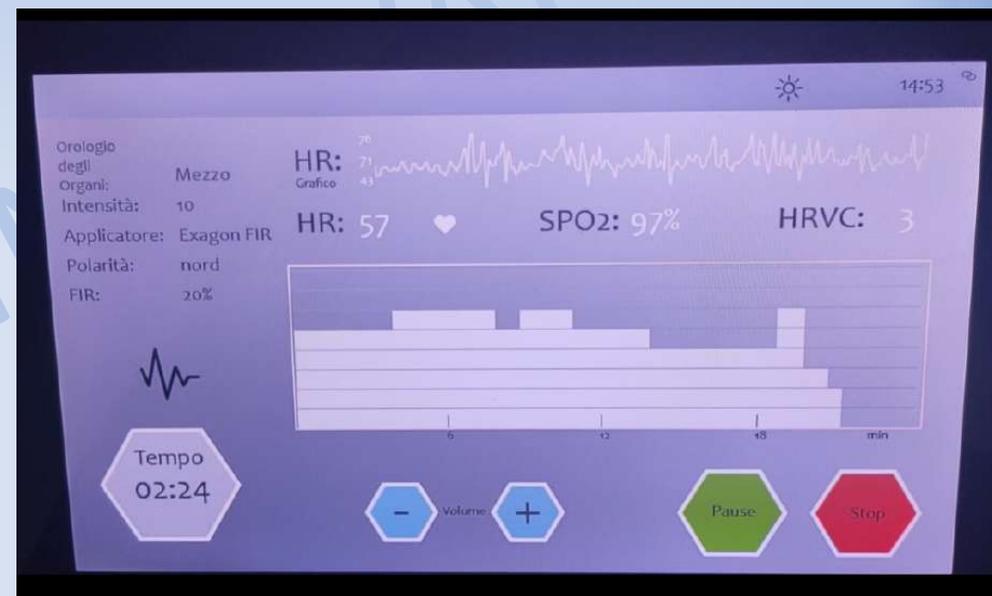
HRVC: il COEFFICIENTE «C» dell'HRV

Come viene calcolato

Come si modifica

Quando si modifica

Perché si modifica

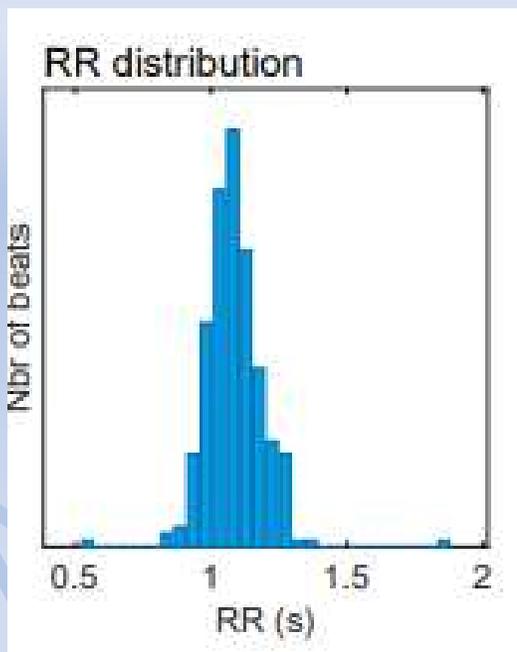


Impostazione di base dei parametri di una seduta

7. iMRS PRIME : dall'HRV all'HRVC

HRVC: il COEFFICIENTE «C» dell'HRV

Come viene calcolato: il software analizza l'**istogramma** e definisce il **parametro di riferimento HRVC** da cui partire (BENCHMARK)



7. iMRS PRIME : dall'HRV all'HRVC

HRVC: il COEFFICIENTE «C» dell'HRV

Come viene calcolato: il software analizza l'istogramma e definisce il **parametro di riferimento HRVC** da cui partire (BENCHMARK)



7. iMRS PRIME : dall'HRV all'HRVC

HRVC: il COEFFICIENTE «C» dell'HRV

Ogni 120 secondi il software analizza nuovamente i dati dell'istogramma e in base al risultato determina il nuovo parametro HRVC



7. iMRS PRIME : dall'HRV all'HRVC

HRVC: il COEFFICIENTE «C» dell'HRV



7. iMRS PRIME : dall'HRV all'HRVC

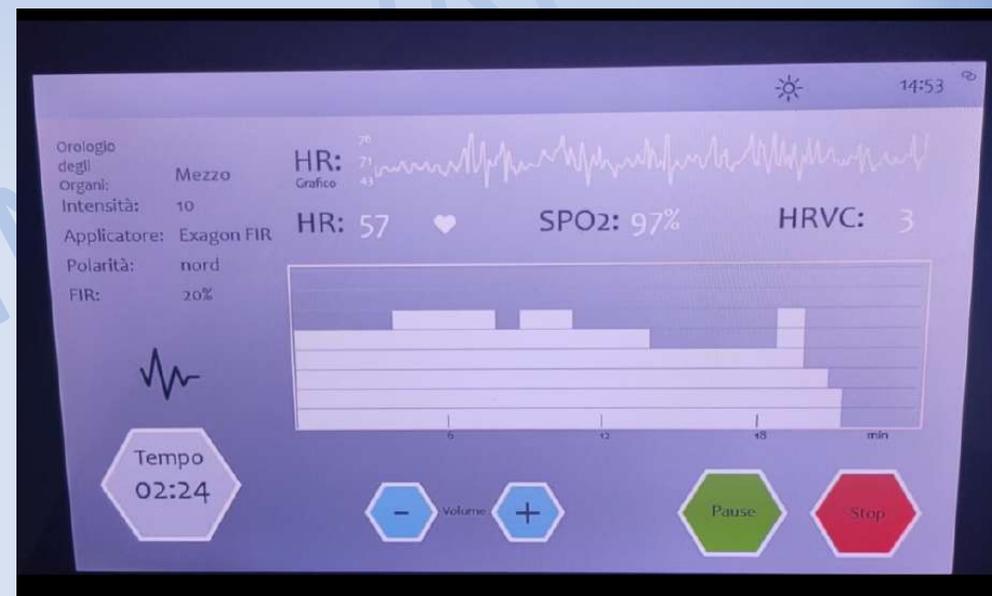
HRVC: il COEFFICIENTE «C» dell'HRV

Come viene calcolato

Come si modifica

Quando si modifica

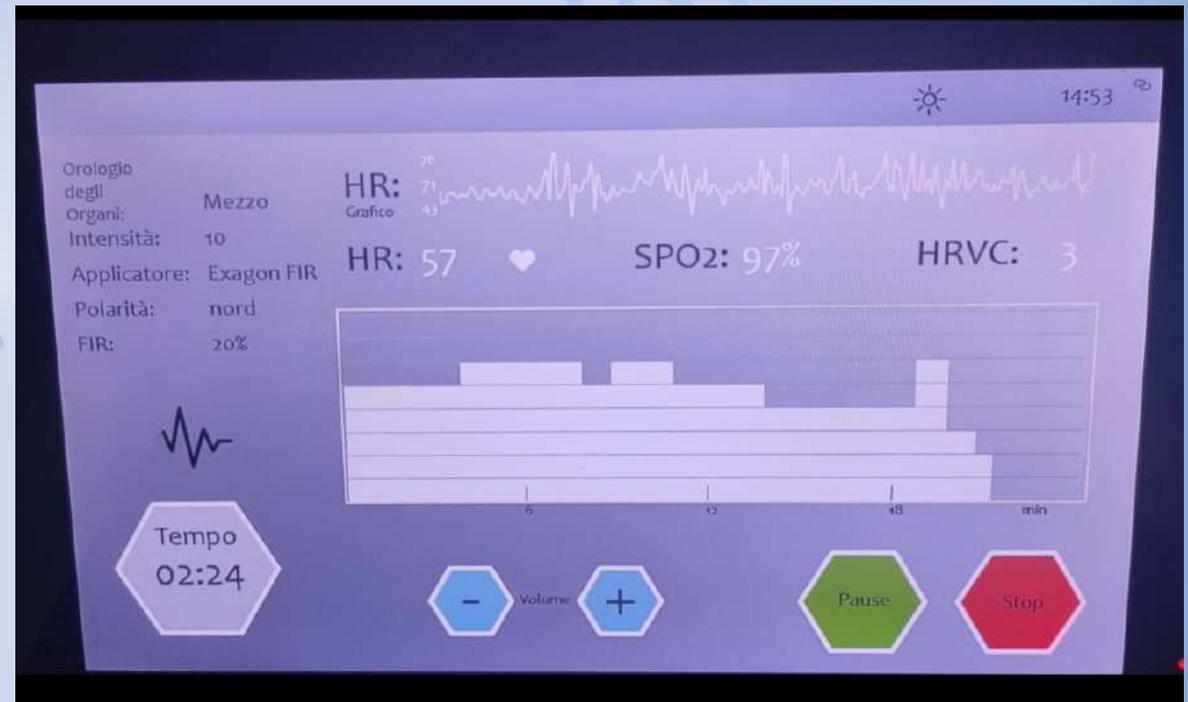
Perché si modifica



Impostazione di base dei parametri di una seduta

8. iMRS PRIME: unico PEMF certificato a variare l'intensità in funzione dell'HRV

- Impostazione di base dei parametri di una seduta
- Lettura del grafico sulla control unit
- Indicazioni e significato delle variazioni di intensità



8. iMRS PRIME: unico PEMF certificato a variare l'intensità in funzione dell'HRV

Impostazione di base dei parametri di una seduta

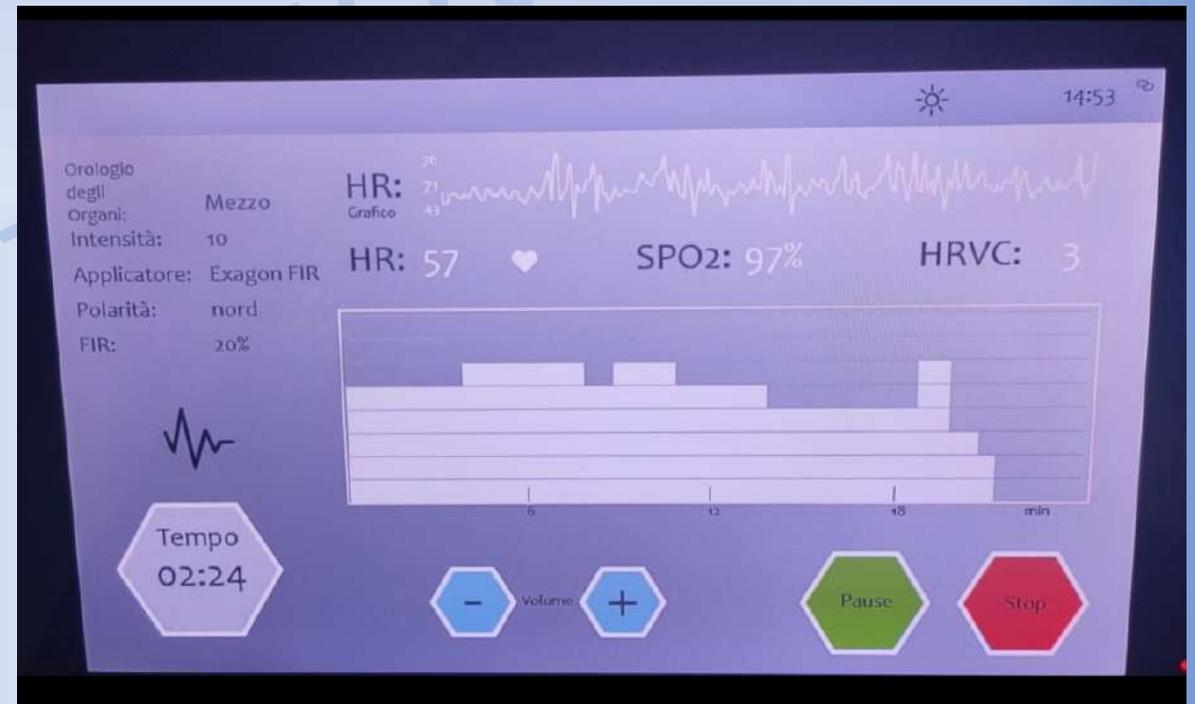
- Intensità di partenza impostata sul valore 50 o 100
- Tempo 24 min
- FIR
- EXAGON BRAIN
-



8. iMRS PRIME: unico PEMF certificato a variare l'intensità in funzione dell'HRV

Lettura del grafico sulla control unit

- Indicazione sull'andamento della seduta e sulle intensità di energia richieste dal soggetto
- Grafico HR armonico/disarmonico



8. iMRS PRIME: unico PEMF certificato a variare l'intensità in funzione dell'HRV

Indicazioni e significato delle variazioni di intensità

- iMS PRIME unico sistema PEMF che effettua una terapia PERSONALIZZATA
- Fare una foto dello schermo
- Esercizio di respirazione risonante





INNOVAPEMF



iMIRS PRIME

INFO@INNOVAPEMF.COM

WWW.INNOVAPEMF.COM

