

NUMERO 5 - ANNO 2026

SKY MEDICALE

IL MAGAZINE DELLE TERAPIE



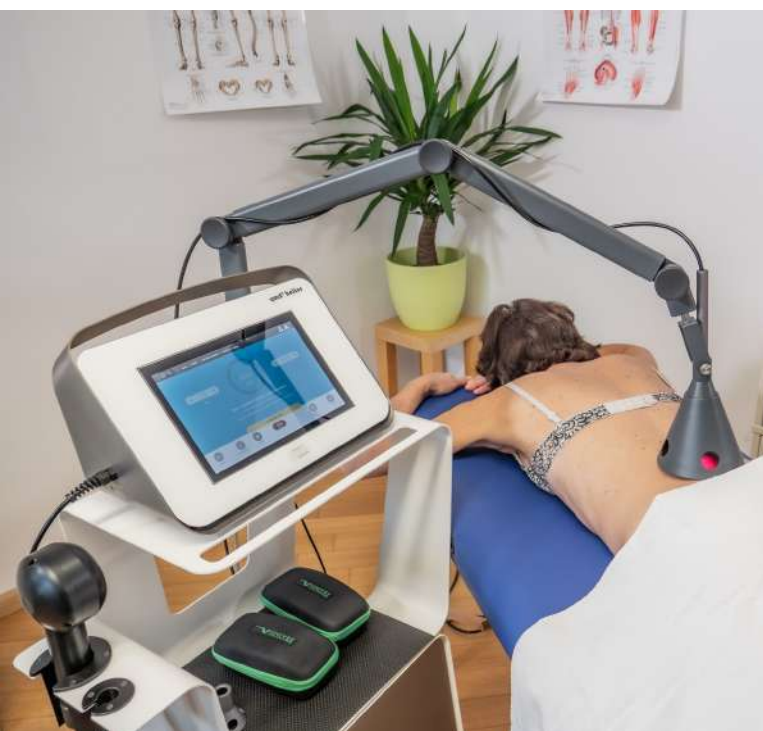
TESTO DEL PARAGRAFO

Speciale laser: Il potere del fotone



LA LUCE E IL LASER

Ben arrivata estate! Sono tantissimi i popoli della Terra che festeggiano l'arrivo di questa stagione, in particolare l'avvento del solstizio d'estate che cade tra il 20 e il 21 giugno. Tra le rovine di Stonehenge ogni anno migliaia di persone, tra cui moderni druidi e appassionati, si radunano per osservare l'alba che si allinea perfettamente con le antiche pietre.



In questo numero del magazine parleremo proprio di luce, ma nella sua forma più nobile e affascinante: quella in cui la fisica quantistica ci mette lo zampino per dare vita al laser. Da domani guarderete il dispositivo nel vostro studio con occhi diversi, e, se ancora non ne avete uno, vi morderete le dita per quello che vi siete persi fino a oggi.

Il meccanismo è straordinario: un fotone colpisce un atomo eccitato e viene emesso un altro fotone, fotocopia identica del primo. Per la fisica classica, tutto questo sarebbe semplicemente impossibile! Gli elettroni sono "asociali", amano stare da soli e seguono il Principio di Esclusione di Pauli (non possono occupare lo stesso stato quantico). I bosoni come i fotoni, al contrario, sono l'anima della festa: amano fare esattamente ciò che fanno i loro simili. Tecnicamente, i fotoni sono bosoni con spin pari a 1. In fisica quantistica, dire che i fotoni possono stare "vicini" significa che hanno la capacità di occupare lo stesso identico stato quantico.

Questo include avere la stessa:

- **Energia** (e quindi lo stesso colore e frequenza).
- **Fase** (le creste e le valli delle onde coincidono perfettamente).
- **Direzione** di propagazione.
- **Polarizzazione**.

Se i fotoni fossero fermioni, il laser non potrebbe esistere, perché ogni particella cercherebbe di "spostarsi" in uno stato diverso.

Ma non voglio anticiparvi nulla di quanto leggerete nelle prossime pagine.

Non mancheranno, come di consuetudine, i nostri box di approfondimento tecnico, l'intervista a **Hasjorg Dellavaja**, in occasione della festa dei 25 anni di attività della Hakomed Italia e dell'inaugurazione del nuovo Headquarter, l'agenda dei prossimi avvenimenti e le istruzioni per imparare a leggere le grandezze fisiche e i parametri delle apparecchiature elettromedicali. Buona lettura!

L'EVOLUZIONE DELLA FOTOBIOMODULAZIONE: DALLE BASI QUANTISTICHE ALLA CLINICA FISIOTERAPICA MODERNA

La medicina moderna ha assistito a una trasformazione radicale nel modo in cui comprendiamo l'interazione tra l'energia elettromagnetica e la biologia umana. Quello che un tempo veniva definito "biostimolazione laser" si è evoluto in una disciplina scientifica rigorosa nota come fotobiomodulazione (PBM) o Low-Level Laser Therapy (LLLT). Per il professionista della riabilitazione, comprendere la terapia laser non significa semplicemente apprendere l'uso di un dispositivo elettromedicale, ma immergersi nei principi della fisica quantistica e della bioenergetica mitocondriale per modulare i processi di guarigione a livello cellulare.¹ Questo rapporto esplora il percorso dell'energia luminosa, dalla sua generazione quantistica alla sua applicazione pratica nel trattamento delle patologie muscolo-scheletriche e delle ferite difficili.

FONDAMENTI FISICI E QUANTISTICI DELLA LUCE LASER

La natura della luce laser differisce fundamentalmente da quella emessa da fonti termiche o a banda larga come le lampadine a incandescenza o i LED convenzionali. Il termine LASER, acronimo di Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation, definisce un processo di amplificazione luminosa che si basa sull'emissione stimolata di radiazioni.³ Per comprendere questo fenomeno, è necessario fare riferimento al modello atomico di Bohr, che descrive gli elettroni come entità che orbitano attorno al nucleo su livelli energetici discreti e quantizzati.³ In uno stato di equilibrio, gli elettroni occupano il livello energetico più basso possibile, detto stato fondamentale. Tuttavia, se l'atomo assorbe energia dall'esterno – attraverso un processo chiamato "pompaggio" (che può essere ottico tramite lampade flash, elettrico tramite corrente continua o chimico) – gli elettroni vengono spinti verso orbitali più esterni, raggiungendo uno stato eccitato.³ Lo stato eccitato è intrinsecamente instabile; l'atomo cercherà di tornare allo stato fondamentale rilasciando l'energia in eccesso. Se questo rilascio avviene spontaneamente, si parla di emissione naturale o spontanea, che produce luce incoerente e multidirezionale.⁵

La rivoluzione quantistica del laser avviene quando un fotone incidente, avente un'energia esattamente pari alla differenza tra i due livelli energetici dell'atomo, colpisce un elettrone già eccitato. Questo incontro forza l'elettrone a decadere istantaneamente, emettendo un secondo fotone che è la copia identica del primo per frequenza, fase, polarizzazione e direzione di propagazione.³

Questo è il cuore dell'emissione stimolata. Affinché il processo diventi autosostenuto, è necessario ottenere l'inversione di popolazione, una condizione in cui gli atomi in stato eccitato superano numericamente quelli in stato fondamentale all'interno del mezzo attivo.⁴

Il dispositivo laser integra questi processi all'interno di una cavità risonante (o ottica), costituita da due specchi parabolici posti alle estremità del mezzo attivo: uno riflette il 100% della luce, l'altro è parzialmente trasparente (solitamente intorno al 95-98%).⁶

I fotoni rimbalzano tra gli specchi, stimolando una cascata di emissioni identiche e amplificando il fascio fino a quando una

porzione di esso fuoriesce dallo specchio parziale come raggio laser.⁶

Le proprietà che ne derivano definiscono l'unicità clinica del laser:

Proprietà fisica	Descrizione quantistica	Rilevanza clinica per il fisioterapista
Monocromaticità	Fotoni con la stessa lunghezza d'onda e frequenza.	Garantisce la selettività del bersaglio, colpendo solo specifici cromofori.
Coerenza	Onde in fase perfetta nello spazio e nel tempo.	Permette fenomeni di interferenza che potenziano l'interazione con le membrane.
Collimazione	Divergenza minima, raggi quasi paralleli.	Consente di trasmettere alte densità di energia su aree piccole e profonde.
Brillanza	Elevata intensità e concentrazione di fotoni.	Permette tempi di trattamento ridotti con alta efficacia biologica.



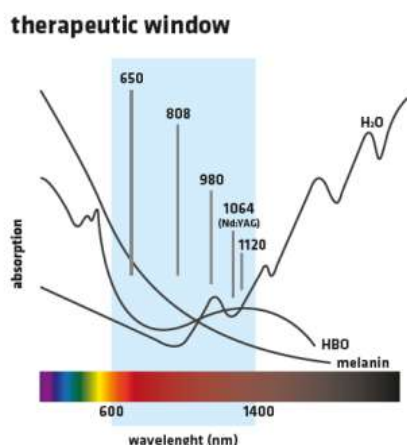
OTTICA TESSUTALE E L'INTERAZIONE FOTONE-CELLULA

Una volta emesso, il fascio laser deve propagarsi attraverso il tessuto biologico per raggiungere il sito della lesione. La legge fondamentale della fotobiologia (legge di Grotthuss-Draper) stabilisce che la luce deve essere assorbita da un cromoforo (un recettore molecolare) per indurre una reazione chimica; la luce riflessa o trasmessa non produce effetti biologici.¹

Il destino di un fotone nel tessuto è determinato da quattro fenomeni: riflessione, trasmissione, diffusione (scattering) e assorbimento.³ Lo scattering, in particolare, è responsabile della deviazione laterale dei fotoni all'interno del derma e del muscolo, creando un volume di irradiazione più ampio rispetto allo spot superficiale.⁶ Per massimizzare l'efficacia, il fisioterapista deve operare all'interno della cosiddetta **"finestra terapeutica"** del tessuto, situata tra 600 nm e 1200 nm.¹ In questo intervallo, l'assorbimento da parte dei cromofori competitivi superficiali – come l'emoglobina e la melanina – è sufficientemente basso da permettere ai fotoni di penetrare in profondità, mentre l'assorbimento dell'acqua non è ancora così elevato da bloccare la radiazione.¹

I principali **cromofori** biologici coinvolti nella PBM includono:

- **Emoglobina e Mioglobina:** Assorbono fortemente nel blu e nel verde, ma presentano picchi secondari nel rosso, modulando la biodisponibilità di ossigeno.¹
- **Acqua:** Assorbe drasticamente oltre i 1100 nm, convertendo l'energia luminosa in calore (effetto fototermico tipico dei laser chirurgici o dei laser CO₂ ad alta potenza).¹
- **Citocromo C Ossidasi (Cox):** Situato nella membrana mitocondriale interna, è il bersaglio primario della laserterapia terapeutica nel range del visibile rosso e del vicino infrarosso.¹



MECCANISMI MOLECOLARI: IL MITOCONDRIO E IL RUOLO CENTRALE DELL'UBICHINONE

L'effetto terapeutico del laser è essenzialmente un processo di trasduzione energetica. Quando i fotoni nel range 600-900 nm penetrano nella cellula, vengono assorbiti dai centri metallici (ferro e rame) della citocromo c ossidasi, nota anche come Complesso IV della catena respiratoria mitocondriale.¹

Per comprendere l'impatto di questo assorbimento, è necessario analizzare il funzionamento della produzione di ATP e il ruolo dei trasportatori mobili come l'ubichinone.

Bioenergetica e la Catena di Trasporto degli Elettroni

Il mitocondrio è l'organello deputato alla respirazione cellulare, un processo che converte i nutrienti in ATP (adenosina trifosfato) attraverso la fosforilazione ossidativa.¹ La catena respiratoria è composta da quattro complessi proteici integrali e due trasportatori mobili: l'ubichinone (Coenzima Q10) e il citocromo c.¹² L'ubichinone (CoQ10) è una molecola liposolubile estremamente mobile situata nel doppio strato lipidico della membrana mitocondriale interna.¹⁴ La sua funzione è quella di raccogliere elettroni dal Complesso I (NADH deidrogenasi) e dal Complesso II (succinato deidrogenasi) per trasferirli al Complesso III.¹⁴ Questo passaggio è critico: l'ubichinone agisce come una "valvola di controllo" del flusso elettronico. Uno squilibrio nel pool di ubichinone – spesso causato da ischemia o infiammazione – porta a un rallentamento della catena respiratoria e a una produzione eccessiva di radicali liberi dannosi.¹⁷

La fotodissociazione del monossido di azoto (NO)

In tessuti infiammati o ipossici, la produzione locale di ossido nitrico (NO) aumenta sensibilmente. L'NO ha un'elevata affinità per i siti di legame dell'ossigeno all'interno della citocromo c ossidasi. Legandosi alla Cox, l'NO agisce come un inibitore competitivo, bloccando di fatto la respirazione cellulare e riducendo drasticamente la produzione di ATP.¹ L'irradiazione laser fornisce l'energia necessaria per la fotodissociazione dell'NO dai centri di ferro e rame della Cox.¹

Questo rilascio ha due effetti immediati e sinergici:

- **Ripristino della respirazione:** L'ossigeno può nuovamente legarsi alla Cox, permettendo alla catena respiratoria di ripartire a pieno regime. Questo aumenta il potenziale di membrana mitocondriale e la produzione di ATP.¹
- **Segnalazione cellulare:** L'NO rilasciato migra nel citosol e nello spazio extracellulare, dove agisce come un potente vasodilatatore, migliorando immediatamente il microcircolo locale e riducendo lo spasmo arteriolare.²¹

DALLA BIOENERGETICA ALLA CLINICA: LA CASCATA DEGLI EFFETTI TESSUTALI

L'aumento della disponibilità di ATP non serve solo a mantenere in vita la cellula, ma fornisce il carburante necessario per attivare complesse cascate di segnalazione biochimica che portano agli effetti clinici osservati nella pratica fisioterapica.²⁴

1. Effetto antinfiammatorio: modulazione delle citochine e delle prostaglandine

La laserterapia agisce come un potente modulatore della risposta immunitaria locale. A differenza dei farmaci anti-infiammatori non steroidei (FANS), che bloccano indiscriminatamente la ciclossigenasi, il laser "riprogramma" l'ambiente infiammatorio.²⁶

- **Inibizione della COX-2:** Il laser riduce l'espressione dell'enzima COX-2 e, di conseguenza, i livelli di Prostaglandina E2 (PGE2), uno dei principali mediatori del dolore e dell'edema.²⁶
- **Bilancio delle citochine:** Studi dimostrano una significativa riduzione delle citochine pro-infiammatorie come il TNF- α , IL-1 β ed IL-6, parallelamente a un aumento di citochine anti-infiammatorie come l'IL-10.¹⁸
- **M2 Macrophage Polarization:** Il laser favorisce il passaggio dei macrofagi dal fenotipo M1 (pro-infiammatorio) al fenotipo M2 (riparativo), accelerando la transizione dalla fase infiammatoria a quella proliferativa della guarigione.²⁴

2. Effetto anti-edemigeno e drenaggio linfatico

L'edema è il risultato di uno squilibrio tra filtrazione capillare e drenaggio linfatico. La laserterapia interviene su entrambi i fronti.²⁷

- **Neoangiogenesi linfatica:** Il laser stimola la crescita di nuovi vasi linfatici (linfangiogenesi) attraverso l'attivazione della via VEGF-C/VEGFR-3.³¹
- **Motilità linfatica:** L'energia laser aumenta la frequenza di contrazione dei linfangioni (le unità funzionali dei vasi linfatici), accelerando il trasporto della linfa ricca di proteine lontano dal sito della lesione.³³
- **Riduzione della permeabilità:** Normalizzando il microcircolo, il laser riduce la fuoriuscita di liquidi dai capillari verso l'interstizio.²³

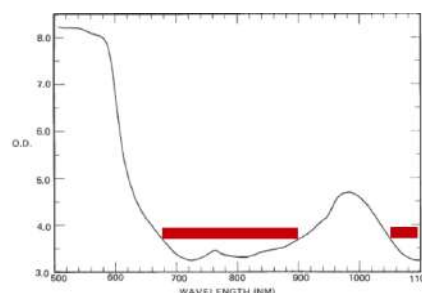
3. Stimolazione dei fattori di crescita e rigenerazione

La PBM è un potente mitogeno che accelera la riparazione di tendini, muscoli e cute stimolando il rilascio di specifici Growth Factors (GF).³⁵

- **VEGF (Vascular Endothelial Growth Factor):** Essenziale per l'angiogenesi, garantisce che il tessuto in via di guarigione riceva nutrienti e ossigeno.³⁵
- **bFGF (Basic Fibroblast Growth Factor):** Stimola i fibroblasti a produrre collagene di tipo I e III, fondamentale per la stabilità meccanica delle cicatrici e dei tendini.³⁵
- **PDGF (Platelet-Derived Growth Factor):** Attrattore chemiotattico per cellule staminali mesenchimali verso il sito del danno.³⁵

4. Effetti antibatterici e antivirali

Sebbene non sia un antibiotico, il laser può ridurre la carica batterica nelle ferite infette attraverso la generazione localizzata di ROS (specie reattive dell'ossigeno).⁴⁰ Alcuni batteri contengono cromofori endogeni (come le porfirine) che, se eccitati dalla luce laser (specialmente nel range del blu-violetto o del rosso intenso), producono ossigeno singoletto che distrugge la parete cellulare batterica.⁴⁰ A livello antivirale, la laserterapia potenzia la risposta dell'ospite stimolando la produzione di Interferone (IFN), che inibisce la replicazione virale all'interno delle cellule epiteliali.⁴³



APPLICAZIONI NELLA PRATICA CLINICA FISIOTERAPICA

Per il fisioterapista, la transizione dalla teoria alla pratica richiede una padronanza della dosimetria. L'efficacia clinica è regolata dalla legge di Arndt-Schulz: esiste una "finestra terapeutica" ottimale.¹

Riabilitazione muscolo-scheletrica

Nelle patologie MSK, il laser viene utilizzato sia per l'effetto antalgico immediato che per quello riparativo a lungo termine.⁴⁶

- **Tendinopatie:** Il laser Nd:YAG (1064 nm) o i laser a diodi ad alta potenza sono ideali per tendini profondi come l'Achilleo o il rotuleo. L'obiettivo è ridurre la concentrazione di prostaglandine e stimolare la sintesi di collagene ordinato, riducendo il rischio di tendinosi cronica.²²
- **Trigger Points e Contratture:** Il laser induce un rapido effetto decontratturante migliorando la perfusione di ossigeno nelle fibre muscolari ipossiche, interrompendo il circolo vizioso dolore-spasmo-dolore.⁴
- **Neuropatie periferiche:** In condizioni come la sindrome del tunnel carpale, il laser accelera la rigenerazione assonale e migliora la velocità di conduzione nervosa.²⁵

Cura delle ferite: Ulcere da pressione e Piede Diabetico

L'integrazione della laserterapia nel wound care rappresenta una delle aree di crescita più significative per la fisioterapia.⁵¹

- **Piede Diabetico (DFU):** I pazienti diabetici soffrono di una microcircolazione compromessa e di un pool di ubiquinone mitocondriale spesso deficitario. Il laser (tipicamente 660 nm per la superficie e 810-980 nm per i margini profondi) stimola la formazione di tessuto di granulazione e accelera la chiusura dell'ulcera.¹⁰ È fondamentale associare il laser allo scarico (offloading) e al debridement dei tessuti necrotici secondo le linee guida IWGDF.⁵³
- **Ulcere da pressione (Piaghe da decubito):** Il laser accelera la guarigione trasformando i fibroblasti in miofibroblasti contrattili, che riducono fisicamente le dimensioni della lesione.¹ Inoltre, l'effetto antibatterico aiuta a gestire il biofilm che spesso impedisce la guarigione di queste ferite croniche.⁴¹

GESTIONE DELLA SICUREZZA E PRECAUZIONI CLINICHE

Nonostante la laserterapia sia una metodica non invasiva e sicura, la potenza dei moderni dispositivi (Classe IV) richiede protocolli rigorosi.⁷

- **1. Protezione oculare:** È tassativo l'uso di occhiali protettivi specifici per la lunghezza d'onda del dispositivo, sia per il terapeuta che per il paziente. La retina è un cromoforo ideale e può subire danni irreversibili anche da riflessi indiretti.⁷
- **2. Controindicazioni assolute:** Il laser non deve essere applicato su carcinomi o melanomi accertati o sospetti, poiché la sua azione stimolante sulla proliferazione cellulare potrebbe accelerare la crescita neoplastica.⁴⁶ Allo stesso modo, va evitato l'irraggiamento diretto dell'utero in gravidanza e della ghiandola tiroidea.⁴⁶
- **3. Il rischio termico:** In fisioterapia cerchiamo l'effetto fotochimico, non quello termico. Se la temperatura cutanea supera i 45°C, si rischia la denaturazione delle proteine e il danno tissutale. Il terapeuta deve monitorare la percezione del paziente e, nei laser ad alta potenza, utilizzare movimenti continui (scanning) o sensori termici integrati.³

In sintesi, la laserterapia moderna è una forma sofisticata di medicina rigenerativa basata sulla luce. Agendo sulla bioenergetica mitocondriale, ottimizzando il pool di ubiquinone e sbloccando la citocromo c ossidasi dall'inibizione dell'ossido nitrico, il laser fornisce alla cellula l'energia necessaria per orchestrare una risposta riparativa coordinata. Per il fisioterapista, questo si traduce in un'arma potente per gestire il dolore, ridurre l'edema e restituire integrità ai tessuti dei pazienti più complessi.¹

Bibliografia

la bibliografia è piuttosto nutrita, per chi la volesse può richiederla scrivendo a skymedicale@gmail.com.



IL DESIGN CHE CURA: I 25 ANNI DI HAKOMED E LA GENESI DEL MARCHIO QMD

Incontro con Hasjoerg Dellavaja: la storia, la visione scientifica e l'innovazione nel laser terapeutico che ha ridefinito gli standard della terapia fisica.

Partiamo di mattina presto da Milano e, quando l'autostrada diventa a due corsie e il guardrail marrone si staglia all'orizzonte, sai che sei sulla strada giusta. Proseguendo verso nord, la valle si stringe fra imponenti montagne che ti rapiscono lo sguardo. Siamo a Egna, nella provincia autonoma di Bolzano, un comune che vanta una storia antica come importante stazione di posta romana sulla via Claudia Augusta, oggi inserito tra i borghi più belli d'Italia.

Siamo qui per incontrare Hasjoerg Dellavaja, il fondatore di Hakomed Italia, che in questi giorni compie 25 anni di attività e inaugura, insieme alla comunità locale, la nuova sede. Entrando nell'ampio cortile, troviamo Hasjoerg ad accoglierci: la sua immagine, insieme a quella delle montagne circostanti, si riflette sulle grandi vetrate della facciata continua. Uno splendido capannone dal design moderno, costruito in acciaio negli elementi portanti verticali e in legno nei solai orizzontali. Dopo i saluti di rito, ci accompagna nella visita della struttura partendo dal magazzino, fino ad arrivare al cuore pulsante di Hakomed Italia: la produzione.

Qui, dove affiorano i ricordi dei primi anni, ci accomodiamo per l'intervista.

Hakomed compie un quarto di secolo. Se si volge lo sguardo al passato, da dove è partita questa splendida avventura?

“I ricordi riaffiorano intensi se penso che ho iniziato in una stanza di appena 16 metri quadri. Lì ho montato le prime 70 apparecchiature, lavorando su un tavolo di due metri per sessanta centimetri che fungeva contemporaneamente da linea di assemblaggio e da magazzino. C'è tanta nostalgia per quegli anni, ma soprattutto l'orgoglio di vedere dove siamo arrivati oggi. Forti del successo ottenuto con la distribuzione di elettroterapie tedesche, nel 2017 è nato ufficialmente il marchio **qmd®** - Quality Medical Device. Insieme al mio amico e socio **Andreas Lutzenberger** abbiamo deciso di fare il grande salto: progettare e produrre elettromedicali **Made in Italy** di alta qualità, caratterizzati da linee pulite che trasmettono solidità e affidabilità”.



La vostra storia nasce con l'elettroterapia, ma nel 2014 avete intrapreso una svolta decisiva focalizzandovi sullo sviluppo del laser. Qual è stata la genesi di questa scelta?

“All'epoca la mia area di massima competenza era proprio l'elettroterapia e l'uso delle correnti. La svolta è arrivata grazie al nostro allora direttore scientifico, il **dott. Romildo Don**, coinvolto con me nello sviluppo del primo dispositivo qmd®. Il suo approccio fu dirompente: non volle limitarsi a guardare cosa offrisse il mercato per migliorarlo, ma volle ripartire interamente dalle basi scientifiche. Si dedicò a uno studio approfondito dell'anatomia, dei processi cellulari e degli effetti terapeutici fondamentali: analgesia, effetto antinfiammatorio, biostimolante, antiedemigeno e miorilassante. Analizzando l'attività del mitocondrio cellulare, le molecole e la cascata dei mediatori chimici coinvolti in questi processi, emerse chiaramente che il laser racchiudeva un potenziale di innovazione terapeutica infinitamente superiore rispetto all'elettroterapia”.

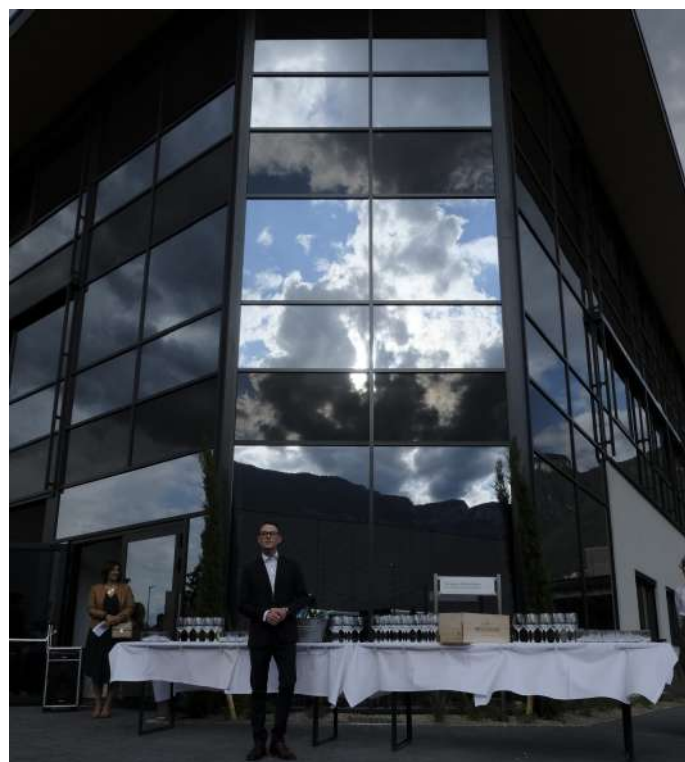


Quali sono state le innovazioni tecnologiche che avete integrato e che differenziano i vostri laser sul mercato?

“Abbiamo introdotto sul mercato soluzioni che all'epoca erano assolute novità di ricerca e che ancora oggi mantengono un valore straordinario, nonostante i successivi tentativi di imitazione da parte dei competitor. Penso all'integrazione di 3 lunghezze d'onda innovative, tra cui la frequenza a 1120 nm, attivabili sia singolarmente che contemporaneamente per agire in modo mirato sui diversi tessuti. A questo abbiamo associato l'innovativa modalità di scansione ed erogazione "qmd harmonic pulsation". Questa tecnologia ci ha permesso prima di conquistare il mercato italiano, partendo da Bassano del Grappa fino alla Sicilia, e poi di fare il grande salto internazionale grazie alla fiera di Düsseldorf, aprendoci le porte soprattutto dei paesi dell'Est”.

Oggi la nuova sede rappresenta una rampa di lancio verso il futuro. Come si sta evolvendo la governance e la presenza internazionale di Hakomed?

“L'azienda continua a crescere ed evolversi. Nel 2019 abbiamo sviluppato il primo dispositivo per l'estetica medica destinato al mercato americano e, nel 2020, è entrato in squadra Martin. Ha preso immediatamente in mano la gestione del marketing e dell'export, e oggi posso dire ironicamente che il vero "boss" in azienda è lui, mentre io faccio da assistente. Siamo un gruppo di persone piccolo ma estremamente affiatato, capace di portare l'estro, il design e la capacità imprenditoriale italiana nel mondo”.



Senza svelare troppo, quali saranno le prossime sfide tecnologiche che il marchio qmd® intende raccogliere?

Hansjoerg sorride con riservatezza. “C'è molto che bolle in pentola, ma non posso anticipare troppo. Posso solo lasciar sfuggire che stiamo pensando a un ritorno al primo amore: stiamo lavorando approfonditamente sulle correnti”.



Un successo che parte da lontano. Chi si sente di ringraziare in questo momento di traguardi e ripartenze?

“Il mio ringraziamento più profondo va ai nostri clienti, ai partner e ai fornitori: senza una rete di fornitori d'eccellenza è impossibile garantire la massima soddisfazione a chi sceglie i nostri dispositivi. Ma il grazie più grande va alla mia famiglia, che ha saputo sopportare le mie lunghe assenze e mi ha supportato in ogni singolo passo di questo percorso di crescita umana e professionale”.

BOX TECNICO DI APPROFONDIMENTO

Il Ruolo dei 1120 nm e la Strategia del "Distrattore" nella Terapia Laser

Nella moderna laserterapia, la selezione delle lunghezze d'onda determina la specificità clinica dell'intervento. La banda tra i 1100 e i 1160 nm rappresenta un vero e proprio "interruttore" biologico per la modulazione del dolore e dell'infiammazione.

Perché i 1120 nm fanno la differenza?

La lunghezza d'onda a 1120 nm vanta caratteristiche biofisiche uniche:

- **Targeting dei mediatori chimici:** Molti dei mediatori biochimici direttamente responsabili del dolore, delle contratture e dei processi infiammatori presentano un picco di assorbimento proprio in questa banda. Tra questi spiccano la **serotonina** (correlata a infiammazione acuta e contrattura), la **sostanza P** (dolore e contrattura), la **dopamina** (infiammazione acuta e dolore) e l'**istamina** (infiammazione acuta).
- **Ottima penetrazione tissutale:** Supera efficacemente le barriere biologiche superficiali.
- **Bassa interazione con la melanina:** Questo cromoforo crea una resistenza relativamente bassa a questa frequenza, consentendo all'energia di raggiungere i tessuti profondi senza dispersioni eccessive o surriscaldamenti cutanei.
- **Specificità clinica:** Offre risultati terapeutici eccellenti nei casi di contratture muscolari, infiammazioni in fase acuta e sintomatologie dolorose intense.

L'Innovazione Clinica: L'effetto "Distrattore"

Quando un dispositivo permette l'erogazione simultanea di più lunghezze d'onda, è possibile applicare una raffinata strategia biofisica definita effetto distrattore, utile ogniqualvolta sia necessario un trattamento in alta profondità.

- **Il problema:** La lunghezza d'onda a 1120 nm e quella a 1064 nm hanno un'affinità simile per l'acqua (il principale componente dei nostri tessuti), ma i 1120 nm hanno una specificità molto più alta per le molecole-target (i mediatori chimici sopra citati).
- **La soluzione (Il Distrattore):** Utilizzando la lunghezza d'onda a 1064 nm ad alta potenza, si satura e si "occupa" l'acqua presente nei tessuti superficiali e intermedi.
- **Il risultato:** In questo modo, la lunghezza d'onda a 1120 nm (erogata a bassa potenza) trova la strada libera dall'ostacolo dell'acqua e può penetrare indisturbata e in profondità, venendo assorbita in modo massiccio e mirato esclusivamente dalle molecole target.

La combinazione simultanea di diverse frequenze, associata a modalità di emissione differenziate (come la tecnologia **qmd harmonic pulsation**), permette quindi di scardinare i limiti fisici della penetrazione nei tessuti, ottimizzando il risultato terapeutico fin dalla prima seduta.



LLLT E B-CURE: OLTRE IL MITO DELL'ALTA POTENZA

Eravamo indecisi se presentare una carrellata dei vari laser ad alta potenza disponibili sul mercato, ma poi ci siamo chiesti: ha davvero senso cadere nella trappola del "chi ce l'ha più potente"? Oggi il mercato offre dispositivi capaci di esprimere potenze di picco di decine di migliaia di Watt, con tempi di erogazione nell'ordine dei nanosecondi (ns), studiati per rispettare il tempo di rilassamento termico del tessuto ed evitare gravi lesioni. Ma quello che realmente conta, e che determina la vera differenza terapeutica, è la modalità di erogazione del raggio laser.

Ogni casa costruttrice sviluppa sofisticati sistemi di gestione delle sorgenti: il pilotaggio dei driver diodi (che nel caso dei sistemi multi-lunghezza d'onda prevede un diodo dedicato per ciascuna frequenza) e l'ingegnerizzazione del gruppo ottico che convoglia le sorgenti nella fibra, rappresentano il vero segreto del successo di un dispositivo. L'efficacia e l'efficienza nel raggiungimento del risultato terapeutico sono il frutto di un insieme di fattori sinergici, e non della sola potenza (media o di picco che sia, due concetti decisamente diversi).

Lasciamo quindi per un attimo da parte i grandi sistemi ad alta potenza per esplorare l'universo della LLLT (Low Level Laser Therapy), e in particolare una tecnologia che sta cambiando il paradigma del trattamento domiciliare: il B-Cure Laser.



COS'È IL B-CURE LASER?

B-Cure è un dispositivo medico d'avanguardia basato sulla tecnologia Soft Laser (LLLT). È stato progettato con un obiettivo ambizioso: racchiudere l'efficacia terapeutica delle grandi apparecchiature cliniche in un formato portatile, leggero e totalmente sicuro, rendendo il trattamento professionale accessibile direttamente a casa del paziente per l'uso quotidiano.



IL MECCANISMO D'AZIONE: LA BIO-STIMOLAZIONE

Il cuore del trattamento Soft Laser risiede nella capacità di stimolare i naturali meccanismi di guarigione del corpo attraverso la bio-stimolazione cellulare. Questo si traduce in tre principali benefici clinici:

- **Riduzione del dolore:** Stimola il rilascio di endorfine, riducendo l'intensità del dolore e favorendo un rapido ritorno alle attività quotidiane.
- **Azione antinfiammatoria:** Modula e riduce la produzione dei mediatori biochimici dell'infiammazione, attenuando efficacemente gonfiore, edema e rossore.
- **Riparazione e rigenerazione tissutale:** Incrementa l'attività cellulare (in particolare la produzione di ATP) e accelera il microcircolo ematico, velocizzando i processi intrinseci di auto-guarigione dei tessuti danneggiati.

LA NOSTRA VISIONE

La nostra missione è abbattere le barriere tecnologiche, rendendo i benefici della medicina avanzata una realtà quotidiana a portata di mano per migliorare concretamente la qualità della vita. Frutto di un'eccellenza tecnologica brevettata in Israele, B-Cure Laser è certificato e approvato dai principali Ministeri della Salute a livello internazionale, inclusa l'Italia, offrendo una soluzione sicura, non invasiva e clinicamente testata.

GRANDEZZE FISICHE QUESTE SCONOSCIUTE - FACCIAMO CHIAREZZA

Quando parliamo di laser, cioè di un'emissione luminosa con determinate caratteristiche, ci sono dei concetti tecnici che dobbiamo tenere presenti. Alcuni già esposti nello scorso numero e saranno ripresi solo brevemente. Quanto segue, ha valore per qualsiasi segnale terapeutico, sia esso luce, ultrasuono, corrente o altro.

Lunghezza d'onda λ .

La luce visibile ha una lunghezza d'onda compresa tra circa 380 nm del violetto, fino a circa 780 nm del rosso. Fuori dal campo visibile, siamo nell'ultravioletto ($\lambda < 380$ nm) o nell'infrarosso ($\lambda > 780$ nm). Come abbiamo visto, a ogni lunghezza d'onda è associata una frequenza tramite la relazione $\lambda \times f = v$. Nei laser v è la velocità della luce; significa che le frequenze sono molto elevate. Ad esempio, per un Nd-YAG da 1064 nm, la frequenza è di circa 282 THz (282.000 miliardi di Hertz). E' per questo che, quando si parla di luce, ci si riferisce solitamente alla lunghezza d'onda.

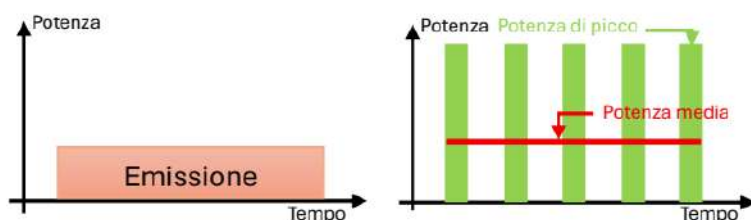
Potenza.

Espressa in Watt [W], descrive la rapidità con cui il laser trasferisce l'energia al tessuto. In funzione di come la potenza viene emessa dalla macchina, possiamo definire, inoltre:

Potenza Continua (CW - Continuous Wave): emissione di un flusso di luce costante e ininterrotto. La potenza indicata (es. un laser da 4 W o 25 W) rimane fissa nel tempo durante l'attivazione.

Potenza di Picco (Peak Power): Nei laser pulsati, la luce viene emessa tramite impulsi; rappresenta la potenza massima raggiunta dall'impulso. Può raggiungere livelli altissimi, anche di diversi chilowatt, pur durando tempi brevissimi (microsecondi o nanosecondi, cioè milionesimi o miliardesimi di secondo).

Potenza Media (Average Power): Nei laser pulsati, indica la potenza media tra i momenti di emissione e i momenti di pausa in un secondo. Ovvero potenza di picco moltiplicata per duty cycle.



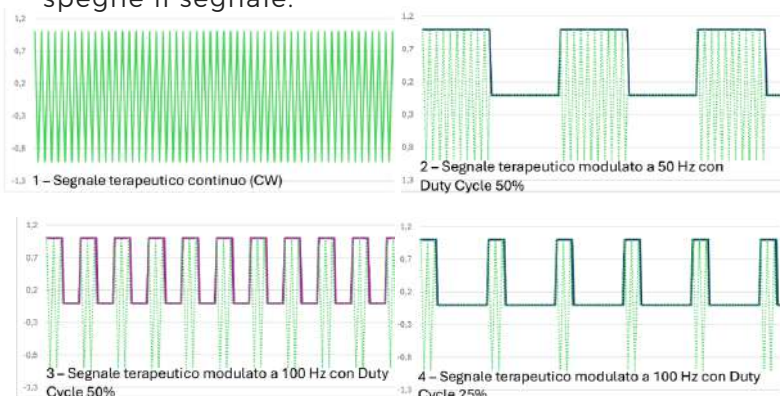
Densità di energia o fluenza.

Rappresenta la quantità di energia depositata sull'unità di superficie. Si misura in J/cm². È il parametro fondamentale per calcolare l'effetto del laser su un tessuto biologico.

Duty Cycle: rapporto percentuale tra tempo di ON di un segnale e periodo del segnale stesso. Ad esempio, una lampadina accesa 1 secondo e spenta per 9, ha un duty cycle di 10% (1 secondo su 10 secondi totali).

Modulazione di un segnale.

Quando si lavora con un segnale modulato, ad esempio un laser infrarosso a 905 nm, si fondono alcuni dei concetti esposti in precedenza. La lunghezza d'onda (o la frequenza del segnale) determina direttamente l'effetto terapeutico; la modulazione continua, oppure pulsata a 50 Hz o a 100 Hz determina l'effetto termico (in continuo è più marcato che in pulsato); il duty cycle determina l'energia effettivamente trasmessa al tessuto. A parità di intensità, minore è il duty cycle, minore l'energia trasmessa. E' importante non confondere la frequenza del segnale (ad esempio i 3 MHz di un ultrasuono) con la frequenza di modulazione. Quest'ultima ci indica quante volte al secondo si accende e si spegne il segnale.



Osservando quanto sopra, possiamo fare alcune considerazioni sull'energia effettivamente trasmessa al tessuto con degli esempi numerici, ipotizzando la potenza del segnale regolata a 4 W e la durata del trattamento pari a 2 minuti (120 secondi) in tutti e quattro i casi.

Caso 1.

Il segnale è sempre acceso (CW), quindi abbiamo: 4 W x 120 s = 480 J di energia trasmessa al tessuto.

Caso 2.

Il segnale è acceso e spento a 50 Hz (50 volte al secondo) e **Duty Cycle del 50%**. Periodo del segnale 0,02 s, tempo di accensione 0,01 s. Quindi abbiamo: 4 W x 120 s x 50 Hz x 0,01 s = **240 J** di energia trasmessa.

Caso 3.

Il segnale è acceso e spento a 100 Hz (100 volte al secondo) e **Duty Cycle del 50%**. Periodo del segnale 0,01 s, tempo di accensione 0,005 s. Quindi abbiamo: $4 \text{ W} \times 120 \text{ s} \times 100 \text{ Hz} \times 0,005 \text{ s} = \mathbf{240 \text{ J}}$ di energia trasmessa.

Caso 4.

Il segnale è acceso e spento a 100 Hz, con un **Duty Cycle del 25%**. Periodo del segnale 0,01 s, tempo di accensione 0,0025 s. Quindi abbiamo: $4 \text{ W} \times 120 \text{ s} \times 100 \text{ Hz} \times 0,0025 \text{ s} = \mathbf{120 \text{ J}}$ di energia trasmessa.

In breve, la frequenza di modulazione non influisce sull'energia totale trasmessa al tessuto,

ma quello che influisce fortemente è il duty cycle, cioè il tempo di accensione/espegnimento del segnale.

Per concludere,

un ultimo calcolo ipotizzando un laser pulsato, puramente teorico ai soli fini didattici.

Potenza impulso 900 Watt, durata impulso 7 nanosecondi, modulazione 20 kHz.

Potenza media del laser = $900 \times 7 \times 10^{-9} \times 20.000 = \mathbf{0,126 \text{ W}}$

In pratica, a fronte di un impulso da 900 W, l'energia effettivamente trasmessa al tessuto è pari a quello di un LLLT.

COSIGLIO DI LETTURA PER L'ESTATE

Edizioni Piccin - referente Alessandro Castelli - 340.1401008



Dolore e disfunzione miofasciali - Manuale per i trigger point

Autori :J.M. Donnelly, C.F. de-las-Peñas, M. Finnegan, J.L. Freeman, Travell



Perineo, fermate il massacro!

Autori :Bernadette de Gasquet

AGENDA CORSI DI AGGIORNAMENTO

26 settembre

dalle ore 9.15
alle ore 17:00



**Kosmos
Centro Studi**
Via Giovanni
Battista
Grassi, 15
Milano, 20157
Italy

26 SETTEMBRE 2026 - MILANO

**IL DOLORE MUSCOLO-SCHELETRICO
PERCHÉ INIZIARE IL TRATTAMENTO DAL
SISTEMA NERVOSO PERIFERICO?**

Dolore cronico e patologie algiche croniche
Dolore nocicettivo e patologie algiche in fase acuta

Quando e come inserire la neuromodulazione nel trattamento di:

- disfunzioni arto superiore
- disfunzioni arto inferiore
- schiena
- pavimento pelvico

Prove pratiche

INFORMAZIONI

Sede: Kosmos Centro Studi
Via Giovanni Battista Grassi, 15
Milano, 20157 Italy
Orario: 09.15 - 17.00
Light lunch e coffee break offerti

Stefano Rovelli
+39 392 996 3457
srovelli@skymig.eu
Giovanni Cogliardi
+39 348 8734832
marketing@a-circa.it

Scansiona il QR code per
rispondimenti
e iscrizioni

Margherita Marconi

**IL DOLORE MUSCOLO SCHELETRICO
PERCHÉ INIZIARE IL TRATTAMENTO DAL
SISTEMA NERVOSO PERIFERICO?**

Dolore cronico e patologie algiche croniche

Dolore nocicettivo e patologie algiche in fase acuta

Quando e come inserire la neuromodulazione nel trattamento di:

- disfunzioni arto superiore
- disfunzioni arto inferiore
- schiena
- pavimento pelvico

Prove pratiche

Per iscrizioni scrivere a: skymedicale@gmail.com



SKY MEDICALE - VIA VITTOR PISANI 28 - 20124 MILANO
MAGAZINE@SKYMEDICALE.COM - WWW.SKYMEDICALE.COM