

La gonartrosi: il trattamento con elettroterapia Horizontal[®] Therapy - studio multicentrico

R. SAGGINI, R. CARNIEL, V. COCO***, F. CANCELLI**, M. IANIERI**, D. MACCANTI

Cattedra di Medicina Fisica e Riabilitativa Università "G. D'ANNUNZIO" di Chieti

**C.U.M.S. Università "G. D'ANNUNZIO" Chieti

***Scuola di Specializzazione in Medicina Fisica e Riabilitativa Università degli Studi di Catania

L'artrosi è una patologia degenerativa delle articolazioni caratterizzata da progressiva distruzione della cartilagine articolare, sclerosi ossea e proliferazione osteocartilaginea particolare che si manifesta clinicamente con dolore esacerbato dal movimento (all'inizio localizzato ad una o poche articolazioni) e progressiva impotenza funzionale.

L'esordio della sintomatologia, che spesso è limitata ad una sola articolazione, è insidioso e minato da sintomi soggettivi: il dolore è inizialmente esacerbato da movimenti dell'articolazione, specie dopo un periodo di immobilità, tipicamente dopo il risveglio mattutino. In una fase successiva il dolore compare anche dopo un prolungato uso dell'articolazione, specialmente la sera e recede con il riposo. In articolazioni particolarmente compromesse il dolore può comparire anche durante il riposo notturno. Possono verificarsi riacutizzazioni dolorose in relazione alla comparsa di una più importante componente infiammatoria, indipendentemente dall'uso dell'articolazione. Contribuisce alla genesi del dolore anche una componente muscolare, dal momento che c'è spesso una contrattura antalgica di accompagnamento. Il dolore è spesso riacutizzato da cambiamenti meteorologici. È comune una certa rigidità mattutina, della durata di pochi minuti, comunque di durata non paragonabile a quella di malattie articolari infiammatorie. La rigidità recede con la graduale mobilizzazione dell'articolazione che progressivamente si "scalda" e riacquista funzionalità.

Obiettivamente l'articolazione può presentare tumefazioni di consistenza dura a causa della proliferazione osteofitica e dell'ispessimento della capsula. La palpazione può mettere in evidenza dolorabilità localizzata. La cute sovrastante può essere calda, ma non si riscontra di solito rossore, a meno di un aumento dell'infiammazione, nel qual caso può anche evidenziarsi versamento. Alla mobilizzazione passiva si possono apprezzare crepitii e scrosci articolari, espressione della perdita di congruità tra i capi articolari.

Coesiste inoltre una certa limitazione funzionale articolare, inizialmente limitata ad alcuni dei possibili movimenti, dapprima dovuta alla contrattura muscolare antalgica e successivamente alla alterata morfologia dei capi articolari.



Fig. 1



Fig. 2

Fig. 1 e 2 - Radiografia che dimostra la riduzione della rima articolare in un articolazione del ginocchio. Nella fig. 1 (stadio iniziale) la riduzione non è uniforme, nella fig. 2 (stadio avanzato) la riduzione sembra essere molto più uniforme.

La terapia dell'osteoartrosi è multidisciplinare.

Qualora l'articolazione artrosica non sia molto dolente è utile un esercizio graduale per mantenere la mobilità.

Gli attacchi particolarmente dolorosi possono giovare dell'assunzione di particolari farmaci quali i Salicilati (Acido Acetilsalicilico) o altri tipi di antinfiammatori non Steroidei (FANS) come Naprossene, Ibuprofene, Ketoprofene, Diclofenac, Nimesulide i quali fungono da ottimi riduttori della sintomatologia dolorosa. La terapia farmacologica, si avvale anche di farmaci condroprotettori che offrono un ottimo supporto di fondo.

Il ripristino della funzione e la possibilità di recuperare un comportamento motorio nuovo e più evoluto ed anche l'adattabilità di un distretto scheletrico al maggior numero di compiti motori, rappresentano gli obiettivi della riabilitazione. Spesso si configura un quadro funzionale, in cui il paziente è costretto, anche per le più comuni azioni motorie, a ricorrere a schemi di movimento alterati, in cui prevalgono i compensi talora in eccesso rispetto alle necessità: l'intervento riabilitativo agirà appunto a questo livello.

Ma, mentre il problema delle limitazioni articolari e del deficit di reclutamento muscolare potrà essere affrontato con un appropriato utilizzo dell'esercizio terapeutico nelle sue varie possibilità applicative, l'approccio al dolore risulta più complesso, soprattutto in relazione alle molteplici strutture dalle quali può avere origine ed alle possibili cause. Ciò caratterizza la dimensione della scelta terapeutica in relazione ad un'attenta ed esauriente valutazione.

Il trattamento farmacologico della sintomatologia dolorosa, come già accennato, in questi casi, è ovviato attraverso una opportuna assunzione di antidolorifici. Tuttavia, la terapia farmacologica può essere coadiuvata e in alcuni casi addirittura sostituita dall'utilizzo di correnti elettriche specifiche ad azione analgesica. Numerosi studi dimostrano l'efficacia e l'utilità delle terapie elettriche nel trattamento del dolore caratteristico delle patologie degenerative; addirittura in letteratura internazionale sono presenti lavori che illustrano l'azione di nuove forme elettroterapiche nell'ambito biologico.

L'elettroterapia è considerata come una branca della terapia fisica che utilizza la corrente elettrica a scopo terapeutico.

Tutte le cellule appartenenti a tessuti vivi, utilizzano in ogni processo sia l'elettricità che la chimica: per esempio processi elettrici sono usati nel metabolismo, nei

meccanismi a livello transmembrana nella trasmissione dei segnali in stati di dolore, nei processi infiammatori, nelle contrazioni muscolari e per la trasmissione di segnali nervosi.

Tutti questi processi sono sempre accompagnati da processi biochimici; inoltre questo vale anche nel caso contrario, vale a dire che processi chimici, sono sempre accompagnati simultaneamente da quelli elettrici.

Così l'impiego dell'elettricità in forma di corrente elettrica, trova il suo scopo nella finalità terapeutica, influenzando i processi elettrici nelle cellule.

La Horizontal[®] Therapy (HT) è una generazione di elettroterapia, che viene impiegata nel trattamento delle artrosi, per le sue capacità di stimolare i tessuti articolari sia in profondità che in superficie, ottenendo contemporaneamente sia gli effetti bioelettrici (derivanti da terapie stimolatorie a bassa frequenza ed intensità variabile) e sia gli effetti biochimici (derivanti da terapie non stimolatorie a media frequenza ed a corrente alternata).

La terapia interferenziale

Questa forma di terapia fu sviluppata combinando i meccanismi di azione scoperti in entrambe le classi, per produrre un maggior livello di comunicazione tra le cellule (principio di imitazione della funzione).

La terapia interferenziale richiede un'applicazione con 4 elettrodi: incrociando due circuiti a frequenze medie (esempio 4000 e 4010 Hz) dove nel centro, punto d'incontro dei due circuiti, le frequenze si neutralizzano a vicenda producendo in ultima analisi effetti delle frequenze basse, cioè bioelettrici ($4010 - 4000 = 10$ Hz).

La particolarità della terapia interferenziale è data dai differenti effetti ottenuti in diverse zone del trattamento: il tessuto vivo, nel centro dell'area di trattamento viene stimolato in profondità bioelettricamente. Nelle aree situate oltre il punto d'incrocio (nelle vicinanze degli elettrodi) si ottengono effetti biochimici in superficie.

A differenza delle varie forme di elettroterapia tradizionale, la Horizontal[®] Therapy è in grado di combinare simultaneamente tutti i meccanismi di azione, superando orizzontalmente la soglia di stimolazione ed utilizzando un'impostazione dell'intensità elettrica costante, con frequenze della classe biochimica (sopra 1000 Hertz). Secondo Wyss col crescere della frequenza deve aumentare in misura eguale anche l'intensità per raggiungere un effetto fisiologico. La Horizontal[®] Therapy sfrutta questo concetto tenendo costante l'intensità elettrica e modificando solo la frequenza.

In effetti, stiamo incrociando "orizzontalmente" la soglia di stimolazione, nel ritmo delle frequenze basse, per creare un potenziale d'azione e, simultaneamente, manteniamo costante l'intensità per gli effetti biochimici. Gli effetti bioelettrici vengono quindi prodotti creando potenziali d'azione. Gli effetti biochimici vengono raggiunti mantenendo costante l'intensità. Si nota chiaramente come la Horizontal[®] Therapy sia in grado di raggiungere entrambi gli effetti simultaneamente nella stessa area di trattamento. Variando la frequenza, cioè quante volte al secondo incrociamo orizzontalmente la soglia di stimolazione, possiamo ottenere i vari effetti bioelettrici. Relativamente agli effetti intercellulari la produzione dell'energia dei condrociti avviene

prevalentemente per glicolisi, cioè anaerobicamente. La glicolisi inizia con una fosforilazione del glucosio tramite l'enzima esochinasi. Il fosfato necessario deriva dal adenosin-trifosfato (ATP), e si crea adenosin-difosfato (ADP). Per la attivazione dell'esochinasi, è necessario il magnesio. In tutti gli stadi della glicolisi i substrati contengono uno o due residui di acidi fosforici. Tutti i substrati nei prodotti intermedi, oltre agli zuccheri glucosio, fruttosio e glicerina, sono acidi organici. Questo significa che tutti i substrati sono sotto forma di ioni e per questo esposti direttamente alle forze dei campi elettrici della Horizontal[®] Therapy. Anche gli enzimi, fondamento delle varie fasi di reazione della glicolisi, sono caricati elettricamente. Inoltre le molecole degli enzimi e substrati reagiscono l'uno con l'altro in posizioni ben definite, tramite cariche elettriche di senso contrario. In tal modo l'Horizontal[®] Therapy ha un effetto che agevola il metabolismo. Tramite il campo elettrico alternato della Horizontal[®] Therapy, nella misura di molte migliaia di oscillazioni al secondo, viene aumentata la probabilità d'incontro tra enzima e substrato. Si migliora la probabilità d'incontro tra molecole di substrati e molecole di enzimi, nella loro specifica posizione di reazione. Questi effetti avvengono prevalentemente tra cellule, favorendo il metabolismo. Così condrociti e cellule, coinvolti in un processo infiammatorio, svolgono una funzione di riparazione.

Nel liquido sinoviale e nella matrice del tessuto della cartilagine, ricca di acqua, un campo elettrico alternato induce l'effetto di equilibrare le concentrazioni. Solo ioni inorganici e organici si trovano esposti direttamente alle forze elettriche del campo alternato e si muovono in oscillazione. Questo effetto della Horizontal[®] Therapy favorisce la diffusione e da questa la distribuzione dei mediatori del dolore ed è particolarmente importante per pazienti con artrosi. Questi, a causa dei dolori, sono costretti a controllare e ridurre il movimento articolare. Mediante intensità più elevate, che sono ben tollerate nelle articolazioni, si aggiunge un ulteriore effetto che blocca le fibre che trasmettono il dolore.

Lo scopo di questo studio multicentrico effettuato in 5 sedi italiane e coordinate dalla Cattedra di Medicina Fisica e Riabilitativa dell'Università G. D'Annunzio è stato quello di verificare l'utilizzabilità e l'efficacia dell'Horizontal[®] Therapy in un programma di rieducazione funzionale in un campione di soggetti affetti da artrosi del ginocchio di grado moderato.

Materiale e Metodo

Dopo l'abbondante analisi delle caratteristiche fisiche dello strumento e delle modificazioni che induce a livello cellulare, sono stati arruolati in questo studio 200 soggetti (100 maschi e 100 femmine) nel periodo dicembre 2002 - aprile 2003, che sono stati seguiti per un periodo di 12 mesi. I soggetti sono stati selezionati con le seguenti modalità: pazienti ai quali è stato diagnosticato un processo artrosico di grado moderato all'articolazione del ginocchio in accordo con la classificazione di Kellgren e Lawrence arruolando soggetti che presentavano una flessione di ginocchio non superiore a 100 gradi.

La modalità applicativa scelta sia per quanto riguarda la frequenza che la posizione degli elettrodi è stata suggerita dalle tavole del manuale d'utilizzo internazionale.

I 200 casi sono stati seguiti nello specifico soprattutto per quello che riguarda il dolore, il gonfiore ed il deficit di articularità in quanto elementi rilevati con maggior frequenza; inoltre, la valutazione delle modificazioni degli elementi è stata effettuata

verticalmente per i 200 soggetti (ossia alla fine del trattamento, a 1 mese, a 3, a 6 e a 12 mesi dal termine del trattamento), studiando l'andamento della VAS.

Per quanto riguarda gli aspetti gestionali, rispetto alle elettroterapie tradizionali, l'HT prevede un tempo di trattamento per seduta più lungo, 30 min. ca. di terapia, più 5 min. di sistemazione degli elettrodi.

I 200 pazienti analizzati nel nostro studio hanno un'età compresa tra i 56 ed i 74 anni (età media 62 anni) - vedi tabella 4.

Nei casi analizzati, è stato proposto l'utilizzo dell'Horizontal[®] Therapy attraverso dei cicli di 10 sedute (tabella 3).

Tabella 3 - Sedute effettuate

Numero Terapie	Numero	%
0 - 2		
3 - 5		
6 - 8		
> 8		
10	200	100 %

18 maschi e 12 femmine sono usciti dallo studio e dal follow-up, ed esclusi dall'analisi statistica, in quanto hanno effettuato trattamenti fisici di diversa natura a partire tutti dalla fine del terzo mese di trattamento.

Analisi statistica

I risultati dei valori della VAS prima del trattamento (baseline), alla fine del trattamento ed ai controlli di follow-up a 6 e a 12 mesi sono stati sintetizzati in termini di medie aritmetiche e deviazioni standard.

L'ANOVA per misure ripetute ha permesso di valutare la significatività statistica tra le variazioni della VAS durante il follow-up (fattore within STEP).

Il test di Wilcoxon è stato applicato per valutare la significatività statistica delle modificazioni della VAS ai diversi STEP di controllo nell'ambito del gruppo sperimentale.

(Il test T di Wilcoxon viene usato per confrontare due campioni dipendenti su cui è stata rilevata una variabile di risposta di tipo ordinale, per verificare se i ranghi dei soggetti dei due campioni appaiati sono significativamente diversi tra loro.)

I differenti risultati della VAS ad ogni STEP di controllo sono stati verificati con il Mann-Withney test.

Per le attività di registrazione ed analisi statistica dei dati si è utilizzato il programma SPSS[®] 7.5 per windows 95.

Risultati

Tabella 4 - Sesso ed età dei pazienti

	Maschi	Femmine	Totale
Numero	100	100	200
Età media			62
Range			56-74

Tabella 5 - Sintomi maggiormente presenti nei pazienti analizzati

Sintomi	Numero	%
Dolore	200	100
Rigidità	200	100
Contratture	90	45
Ipotrofia dei muscoli adiacenti l'articolazione	180	90
Versamento articolare	65	32.5
Presenza di versamento	30	15
Scosci articolari da mobilizzazione	60	30

Alcuni pazienti hanno presentato più di uno di questi sintomi all'osservazione.

Le frequenze utilizzate nel nostro trattamento specifico per l'artrosi sono quelle presenti tra i programmi già memorizzati nell'apparecchio PRO ElecDT® 2000 della Hako-Med nella cartella "Artrosi".

Tra le tre sottocartelle presenti, le due utilizzate nel corso del nostro studio, sono state: "Artrosi con forti Dolori" in 125 casi, ed "Artrosi con forti Gonfiori" in 65 casi ove presente il versamento (vedi tabella 6).

Tabella 6 - Protocolli di riferimento

Programma	Numero	%
Artrosi con forti dolori	125	67.5
Artrosi con forti gonfiori	65	32.5

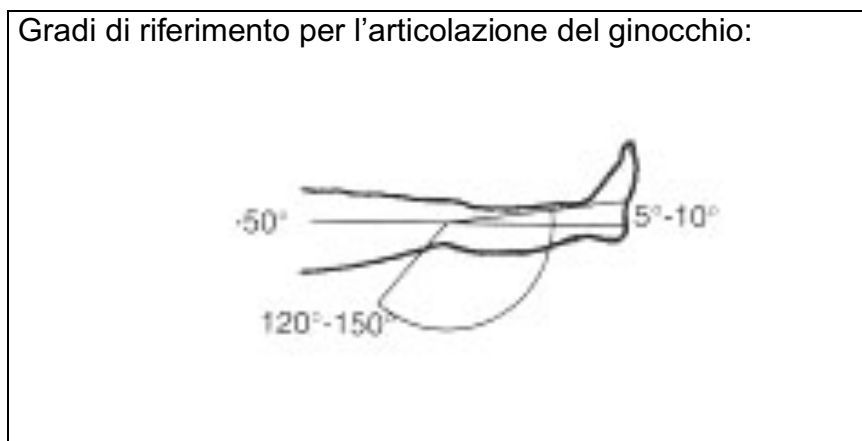
Il nostro obiettivo principale in questo studio è stato quello di valutare l'efficacia che l'Horizontal® Therapy offre nei confronti di una patologia articolare quale è l'artrosi, sia subito dopo la fine del ciclo effettuato dai pazienti ossia, nel breve periodo sino a 1 mese dal termine del trattamento, che nel medio sino a 6 mesi, che nel lungo periodo sino a 12 mesi. I parametri che sono stati presi in considerazione ai fini valutativi sono l'indice soggettivo di dolore attraverso la scala VAS (tabella 9), la variazione nell'assunzione di farmaci antidolorifici (tabella 7) in seguito alle terapie eseguite ed il miglioramento del range articolare (tabella 8).

Tabella 7 - Numero di soggetti che utilizzano il farmaco nei vari momenti di osservazione dei pazienti.

Farmaci utilizzati prima	Dose giornaliera	Prima della terapia	Dopo la terapia	Follow-up		
				3 mesi	6 mesi	12 mesi
Nimesulide	2	64	0	20	34	46
Piroxicam	2	52	0	26	18	33
Ketoprofene	1	30	0	21	29	26
Diclofenac	1	40	0	18	27	34
Salicilati	1	14	0	2	6	12
Totale		200	0	87	114	151

Come si vede dalla tabella, nel breve periodo seguente la terapia con Horizontal[®] Therapy, l'assunzione di farmaci antinfiammatori non steroidei nonché antidolorifici, è completamente cessata e tale dato si è mantenuto significativo ($p \leq 0,001$) a 3 mesi ed anche a 6 mesi ($p \leq 0,05$).

Tabella 8 - Misurazioni di riferimento adottate per la valutazione del range articolare.



Nella stragrande maggioranza dei casi, 58 su 65 casi (89%) i valori dei parametri tenuti in considerazione, sono cambiati in meglio con una diminuzione visibile (ma non dimostrabile tramite misurazioni oggettive) del gonfiore nei soggetti in cui era presente.

Tabella 9 - VAS iniziale, dopo fine trattamento, dopo 1 mese, dopo 3 mesi, dopo 6 mesi e dopo 12 mesi dalla fine trattamento.

VAS	Numero (Percentuale)											
	Iniziale		Dopo la terapia		Follow-up							
					1 mese		3 mesi		6 mesi		12 mesi	
0 – 2	0		108	(54)	108	(54)	68	(40)	34	(20)	8	(5)
3 – 5	20	(10)	92	(46)	64	(42)	102	(60)	52	(31)	130	(76)
6 – 8	142	(71)	0		28	(4)	0		80	(47)	22	(13)
> 8	38	(19)	0		0		0		4	(2)	10	(6)
10	0		0		0		0		0		0	
Totale	200		200		200		170		170		170	

Tabella 10 - VAS: miglioramento soggettivo del dolore alla fine del trattamento, ad 1 mese, a 3 mesi, a 6 mesi e a 12 mesi.

		Numero (Percentuale)									
		Follow-up									
		Dopo la terapia		1 mese		3 mesi		6 mesi		12 mesi	
Insufficiente	0 – 30%	0		0		0		10	(6)	10	(6)
Sufficiente	31 – 50%	0		0		32	(16)	52	(30.5)	76	(45)
Discreto	51 – 70%	24	(12)	48	(24)	30	(15)	108	(63.5)	4	(2)
Buono	71 – 90%	100	(50)	120	(60)	126	(63)	0		80	(47)
Ottimo	> 90%	76	(48)	32	(16)	12	(6)	0		0	
		200		200		200		170		170	

Tabella 11 - Risultati al follow-up relativo al trattamento con HT in 170 pazienti con gonartrosi.

Diagnosi	VAS (media \pm SD)			
	Val. Basali	A fine trattamento	Follow-up	
			6mesi	12 mesi
Gonartrosi (n=170)	7.43 \pm 1.64	3.88 \pm 1.71**	3.9 \pm 1.38 ^{ff}	5.80 \pm 1.34 ^{††}

E i valori medi a 1 mese e a 3 mesi

Tabella 12 - Wilcoxon test

	P (Wilcoxon test)
fine trattamento vs val. basali	p<0.01
6 mesi vs fine trattamento	p<0.01
12 mesi vs 6 mesi	p<0.01
12 mesi vs fine trattamento	p<0.001

** p<0.01 Wilcoxon test: fine trattamento vs val.basali

^f p<0.05 Wilcoxon test;

^{ff} p<0.01 Wilcoxon test: 6 mesi vs fine trattamento

^{††} p<0.01 Wilcoxon test: 12 mesi vs 6 mesi;

[†] p<0.001 Wilcoxon test: 12 mesi follow-up vs fine trattamento.

Considerazioni e conclusioni

1. Dalla disamina dei risultati ottenuti nello studio effettuato, si evince che il trattamento con HORIZONTAL[®] THERAPY risulta efficace in modo statisticamente significativo nel breve e medio periodo.
2. Dopo il trattamento (VAS soggettiva vs VAS oggettiva), una significativa riduzione del dolore (tab. 9 e 10); la stabilizzazione espressa dalla VAS oggettiva e soggettiva e dalla riduzione di supplementazione farmacologia antiinfiammatoria si attesta statisticamente significativamente sino ai tre mesi per il campione dei 200 soggetti, e poi su un campione di popolazione ridotto del 15% ai 6 mesi. Nel controllo a 12 mesi si evidenzia un mantenimento di un apprezzabile risultato soggettivamente nel 40% ed oggettivamente nel 15% della popolazione studiata.

L'utilizzo di questa forma di energia fisica risulta quindi importante nella dimensione di impatto terapeutico che il fisiatra deve prevedere nella formulazione del percorso riabilitativo degli oggetti affetti da artrosi, in particolare in questo caso del ginocchio.

Bibliografia

Cisari, C., Severini, G.: Fisioterapia clinica pratica: Laserterapia – Ultrasuonoterapia – Elettroterapia.

Geddes, L.A., Baker, L.E., Moore A.G. & Coulter, T.W.: Hazards in the Use of Low Frequencies for the Measurement of Physiological Events by Impedance. Med. & Bio. Eng. **7**, 289-296 (1969).

Hansjürgens, A. & Mayer-Waarden, K.: Feldverteilung ausgewählter Parameter interferierender mittelfrequenter Ströme in inhomogenen biologischen Medien. Biomed. Technik Ergänzungsband. **25**, 298-300 (1980).

Hodgin, A.L., & Horowicz, P.: Potassium contractures in single muscle fibres. Journal of Physiology. **153**, 386-403 (1960).

Kottle – Stillwell – Lehmann: Trattato di terapia fisica e riabilitazione

Kumazawa, T.: Excitation of muscle fibre membrane by means of transversely applied middle-frequency current pulses. Helv. Physiol. Acta **26**, 257-269 (1968/69).

Lehninger, A.L.: Biochemie (2. Auflage). Weinheim, New York. Verlag Chemie (1979).

McGraw – Hill: Malattie reumatiche

Meyer-Waarden, K., Hansjürgens, A., & Friedmann, B.: Darstellung elektrischer Felder in inhomogenen biologischen Medien. Biomed. Technik **25**, Ergänzungsband, 295-297 (1980).

Nernst, W.: Zur Theorie des elektrischen Reizes. Pflügers. Arch. **122**, 275-314

(1908).

Netter, F.: Atlante di anatomia, fisiopatologia e clinica – Volume 8 – Apparato muscolo scheletrico parte II

Nikolova, L. & Balchev: Röntegenologischer Verlauf der Sudeck- Osteoporosis nach Interferenzstrombehandlung. Med. Klinik **72**, 751-753 (1977).

Nikolova, L.: Lecenije s interferenten tok (trattamento con corrente Interferenziale). Sofia: Medicina I Fiskultura (1971).

Nikolova, L.: Physiotherapeutische Rehabilitation bei Knochenbruchkomplikationen. Munich. Med. Wschr. **111**, 592-599 (1969).

Nikolova, L.: Treatment with Interferential Current. Edinburgh, London, Melbourne, New York. Churchill Livingstone (1987).

Nikolova-Troeva, L.: Physiotherapie der chirurgischen Erkrankungen. München, Berlin, Wien: Urban & Schwarzenberg (1970).

Perfetti e coll.: Riabilitazione ed apprendimento 3 / 4 (1994)

Pflugger, E.: Untersuchungen über die Physiologie des Electrotonus. Berlin: August Hirschwald (1859).

Pizzetti – Caruso: La cartella per la pianificazione del trattamento riabilitativo

Prentice W. E: Tecniche di Riabilitazione in medicina dello sport

Senn, E.: Reactive depolarization of muscle fibre membrane with slowly increasing middle frequency current flow. Exper. **25**, 948-949 (1969).

Senn, E.: Wirkungsweise der Niederfrequenztherapie. Z. f. Unfallmedizin und Berufskrankheiten **1**, 21-41 (1978).

Wyss, O. A. M. : Nouveau princip de stimulation électrique: L'excitation ambipolaire par courant alternatif, sinusoidal pur, de fréquence moyenne. Exper. **18**, 341-342 (1962a).

Wyss, O. A. M. : Nervenreizung mit Mittelfrequenz-Stromstößen. Helv. Physiol. Acta **25**, 85-102 (1976).

Wyss, O. A. M. : Principe "apolaritaire" de la stimulation électrique par courant alternatif de fréquence moyenne. Rass. Internaz. Elettr. Nucl. IX Congr. Internaz. Elettronica, Roma, 1-14 (1962d).

Wyss, O. A. M.: Principi della stimolazione elettrica (1976).

Wyss, O.A. M.: Elektrische Reizung nach neuem Prinzip. Experimentelle Grundlagen

und praktische Erfolgsaussichten der Mittelfrequenzreizung. Schweiz. Med. Wschr. **92**, 1531-1537 (1962c).

Wyss. O. A. M.: Die Reizwirkung mittelfrequenter Wechselströme. Helv. Physiol. Acta **21**, 173-188 (1963).

Wyss. O. A. M.: Querreizung des Nerven mit mittelfrequenter Wechselstrom. Helv. Physiol. Acta. **20**, C10-C11 (1962b).

Dowdy PA, Cole BJ, Harner CD.: Knee Arthritis in Active Individuals: Matching Treatment to the Diagnosis. The Physician and SportsMed. 98 June; 26: 6.

Sun Y, Sturmer T, Gunther KP, Brenner H.: Incidence and prevalence of cox-and gonarthrosis in the general population. Z Orthop Ihre Grenzgeb. 1997 May-Jun; 135 (3): 184-92.

Røgind H, Bibow-Nielsen B, Jensen B, et al.: The Effects of a Physical Training Program on Patients With Osteoarthritis of The Knees. Arch Phys Med Rehabil. 1998 Nov; 79.

Fransen M, Crosbie J, Edmonds J.: Physical therapy is effective for patients with oostearthritis of the knee: a randomized controlled clinical trial. J Rheumatol. 2001 Jan; 28(1): 156-64.

Vangness CT, Ghaderi B.: A literature review of lasers and articular cartilage. Orthopedics. 1993; 16: 593-598

Trock D, Bollet A, Markoll R.: The effects of pulsed electromagnetic field in the treatment of oostearthritis of the knee and cervical spine. Report of randomised, double blind, placebo controlled trials. J Rheumatol. 1994 Oct; 21(10): 1903-11.

Welch V, Brousseau L, Peterson J et al .: Therapeutic ultrasound for osteoarthritis of the knee (cochrane Review). Cochrane Database Syst Rev. 2001;3:CD003132.

Gigante G, Severini G.: Terapia fisica strumentale. Milano, Italy: Edi-Ermes; 1997.

Kellgren JH, Lawrence JS.: Radiological assessment of osteo-arthrosis. Ann. Rheum. Dis. 1957;16: 494-501

Scott - Huskisson EC.: Graphic representation of pain. 1976; 2: 175.

Fisher NM, Pendergast DR, Gresham GE, Calkins E. Muscle rehabilitation: Its effect on muscular and functional performance of patients with knee osteoarthritis. Arch Phys Med Rehabil. 1991;72:367-74.

Fisher NM, Gresham GE, Abrams M, et al.: Quantitative effects of physical therapy on muscular and functional performance in subjects with osteoarthritis of the knee. Arc Phys Med Rehabil. 1993;74:840-51.

Berger, RG.: Nonsteroidal anti-inflammatory drugs: making the right choices. *J Am Acad Orthop Surg.* 1994; 2 (5):255-260.

Brandt, KD.: The role of analgesics in the management of osteoarthritis pain. *Am J Ther.* 2000 Mar; 7 (2) : 75-90.

De Paulis, F. & Puddu, G.: Ginocchio Diagnostica per Immagini e Inquadramento Clinico. Napoli, Italy: Idelson-Gnocchi; 1996.