



available at www.sciencedirect.com



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



Conoscenza degli effetti biologici degli ultrasuoni tra i medici che praticano ecografia clinica: risultati di una indagine condotta dalla Società Italiana di Ultrasonologia in Medicina e Biologia (SIUMB)

Knowledge of the bio-effects of ultrasound among physicians performing clinical ultrasonography: Results of a survey conducted by the Italian Society for Ultrasound in Medicine and Biology (SIUMB)

F. Piscaglia^{a,*}, A.G. Tewelde^a, R. Righini^a, A. Gianstefani^a, F. Calliada^b, L. Bolondi^a

^a *Divisione di Medicina Interna, Dipartimento di Gastroenterologia e Medicina Interna, Centro di Ecografia in Medicina Interna, Università di Bologna, Italia*

^b *Dipartimento di Radiologia, Università di Pavia, Italia (designato rappresentante della società Italiana di Ultrasonologia in Medicina e Biologia in studi multicentrici).*

Autore per corrispondenza: Fabio Piscaglia, MD, PhD. Divisione di Medicina Interna, Dipartimento di Gastroenterologia e Medicina Interna, Ospedale Universitariodi Bologna, Via Albertoni 15, 40138 Bologna, Italia

Indirizzo E-mail : fabio.piscaglia@unibo.it

Sommario

Introduzione: La sicurezza nell'uso degli ultrasuoni va sempre considerata in campo ecografico, in quanto gli ultrasuoni sono in grado di indurre effetti biologici potenzialmente dannosi, soprattutto con l'introduzione di nuove tecnologie.

Scopo dello studio: Valutare il livello di consapevolezza e di conoscenza dei medici italiani soci SIUMB sulla sicurezza nell'uso dell'ecografia nella pratica clinica.

Materiali e metodi: Un questionario contenente 11 domande a risposta multipla è stato inviato per e-mail ai soci SIUMB ("Società Italiana di Ultrasonologia in Medicina e Biologia"). Le risposte sono state inserite in un database elettronico ed analizzate statisticamente.

Risultati: Sono tornati questionari da 105 soci, di età media di 44 anni i cui esami ecografici più frequentemente eseguiti, in aggiunta all'ecografia B-mode standard, erano l'ecoDoppler (74%), l'ecografia con mezzo di contrasto (43%) e l'ecografia pediatrica (43%). Solo il 50-60% conosceva la definizione corretta dell'Indice Meccanico e dell'Indice Termico. Quasi tutti i partecipanti comprendevano gli effetti biologici espressi con Indice Termico, nonostante che solo una minoranza sapesse in quale organo gli effetti biologici, in relazione all'Indice Meccanico, potevano, con più probabilità, verificarsi; analogamente solo una minoranza conosceva l'unità di grandezza per l'Indice Termico. La maggioranza era a conoscenza di come i tessuti del feto siano più suscettibili ai potenziali effetti di quelli adulti. Pochi partecipanti conoscevano le raccomandazioni delle Società Internazionali di Ultrasonologia in campo di sicurezza.

Conclusioni: Lo studio ha fatto emergere come sia necessaria una maggior diffusione delle conoscenze sugli effetti biologici degli ultrasuoni tra gli ecografisti italiani.

Parole chiave: Effetti biologici; Sicurezza; Indagine; Ultrasuoni

Abstract

Introduction: Safety issues should always be kept in mind when using diagnostic ultrasound, which is associated with potentially hazardous bio-effects, especially with the introduction of new technologies.

Aim: To assess the level of awareness and knowledge of safety issues related to the clinical use of ultrasound among physician-members of the Italian National Society for Ultrasound.

Materials and methods: A questionnaire with 11 multiple-choice questions was sent to members of the Italian Society for Ultrasound in Medicine and Biology. The answers were forwarded from the Society's Secretariat to the investigators, who statistically analyzed the data.

Results: The mean age of the 105 respondents was 44 years. The most frequent kind of ultrasound examinations (in addition to conventional B-mode) were: Doppler (74 %), contrast-enhanced US (43%), and pediatric studies (43%). Only 50%-60% of the responders knew the correct definitions of the terms *thermal index* and *mechanical index*. Almost all respondents understood the bio-effects reflected by the thermal index, but only a minority knew the most likely organ target of bio-effects related to the mechanical index and what do indicate the units in which the thermal index is expressed. The majority knew that fetuses are at higher risk of damage. Few respondents were able to identify the correct safety statements included in the recommendations of the International Ultrasound Societies.

Conclusion: In conclusion, the present findings indicate that greater efforts of National Ultrasound Societies are warranted in disseminating knowledge of the bio-effects of diagnostic ultrasound modalities among operators.

Key words: Biological effects; Safety; Survey; Ultrasound

Introduzione

L'ecografia diagnostica (US) è stata largamente usata in diversi campi clinici per molti anni, e non si sono dimostrati ancora effetti negativi. Comunque, c'è evidenza in una considerevole quantità di lavori scientifici riguardo le interazioni tra gli ultrasuoni e i tessuti biologici, dove le onde ultrasonore possono provocare calore, cambiamenti pressori e disturbi meccanici. I bioeffetti degli ultrasuoni sono divisi convenzionalmente in due categorie: effetti termici e non termici. È stato introdotto l'Indice Termico (TI) per descrivere i primi effetti.

Il TI è proporzionale al raggiungimento di una temperatura calcolata o stimata in modelli termici ed è rappresentato dal rapporto tra la potenza acustica emessa dal trasduttore e la potenza acustica richiesta per aumentare la temperatura tissutale di 1°C, valutata su modelli termici sperimentali. È direttamente proporzionale alla frequenza del fascio di ultrasuoni ed è tessuto-specifico, tanto che c'è un indice termico per i tessuti molli (TIS) e uno per l'osso (TIB). In ecografia ostetrica il TI può sottostimare il reale incremento della temperatura intracranica prodotto nel feto durante un esame eco-doppler pulsato. Ciò è particolarmente importante per il parenchima cerebrale che è molto sensibile, perché il flusso cerebrale non è in grado di dissipare il calore prodotto [1]. Gli effetti termici sono causati dalla conversione dell'energia meccanica degli ultrasuoni in energia termica.

Gli output acustici del moderno imaging ecografico B-mode sono lontanamente capaci di produrre dannosi incrementi termici. Comunque, sono stati dimostrati aumenti di temperatura biologicamente significativi, specialmente alle interfacce osso-tessuti molli, con alcune indagini Doppler [2].

Gli effetti non termici degli ultrasuoni sono causati dallo stress meccanico e si verificano senza significativo incremento di temperatura. Il più importante è la cavitazione instabile in tessuti contenenti gas. È innescata dall'energia rilasciata dal rapido collasso di microbolle aumentate di dimensioni dopo la loro interazione con il fascio ultrasonoro. Un numero significativo di evidenze teoriche e sperimentali suggerisce che l'ecografia diagnostica è in grado di produrre cavitazione in vivo [3]. Diverse società nazionali ed internazionali, incluse l'Istituto Americano di ecografia in Medicina (AIUM), la Federazione Mondiale di Ultrasonologia in Medicina (WFUMB) e la Federazione Europea di Società di Ultrasonologia in Medicina e Biologia (EFSUMB), hanno nominato dei Comitati per la sicurezza per affrontare i problemi relativi ai bioeffetti degli ultrasuoni in diverse situazioni cliniche ed emanare dichiarazioni sulla sicurezza regolarmente aggiornate. Nella sua più recente review esecutiva, il Comitato sui Bioeffetti della AIUM ha esaminato la letteratura inerente e ha diffuso conclusioni e raccomandazioni sull'ecografia diagnostica [4]. Il Comitato Europeo sulla sicurezza nell'ecografia medica (ECMUS), nell'ultimo Clinical Safety Statement, dà raccomandazioni riguardo l'uso degli ultrasuoni in generale ed in particolar durante la gravidanza. Molti studi hanno dimostrato il danno da ultrasuoni in tessuti contenenti gas (polmoni e intestino) [5], ma questi esperimenti sono stati fatti su modelli animali e con intensità acustiche significativamente più alte del range comunemente usato nella clinica con finalità diagnostiche.

Gli effetti degli ultrasuoni sull'organogenesi sono inoltre stati studiati sugli animali [6]. Effetti avversi significativi come aborto, malformazioni o problemi neuropsichici non si sono verificati quando l'intensità degli ultrasuoni era mantenuta al di sotto dei valori raccomandati usati nella pratica clinica (dal momento che questo accorgimento previene incrementi di temperatura, che potrebbero essere teratogeni), ma, in qualche caso, si è osservato un ridotto peso alla nascita, modesto, ma statisticamente significativo. Riguardo l'uso degli ultrasuoni sui pazienti, uno degli aspetti più importanti è l'utilizzo della modalità- Doppler in gravidanza. In particolare, la ricerca si è focalizzata sull'utilizzo del Doppler pulsato, che espone i tessuti adiacenti all'osso ad un fascio ultrasonoro di alta intensità per diverso tempo e tale esposizione potrebbe portare ad un significativo incremento della temperatura nei tessuti molli. Numerosi studi epidemiologici sono stati condotti per valutare il rischio di ripetuti esami ecografici nel genere umano, specialmente durante la gravidanza. Per esempio. Uno studio ha documentato un lieve incremento di bambini mancini e dislessici tra quelli esposti ad esami ultrasonografici durante la gravidanza rispetto ai non esposti [7]. Questi risultati non sono stati comunque confermati in un recente trial randomizzato [8], che ha valutato il peso corporeo e lo sviluppo neuropsichico a 1 e 8 anni di età in due gruppi di bambini esaminati in utero con US: un gruppo è stato sottoposto a esami ecografici B-mode più 1 esame Doppler pulsato, il secondo gruppo è stato sottoposto ad 1 solo esame B-mode. Non ci sono state sostanziali differenze tra i due gruppi dello studio. Dovrebbe anche essere sottolineato che in molti studi, l'esame ecografico viene effettuato usando ecografi datati, che producono livelli energetici di ultrasuoni più bassi di quelli prodotti con la attuale tecnologia Doppler. In un articolo pubblicato nel 2003 riguardo il live scanning a conferenze ecografiche scientifiche ed il bisogno di una politica prudente, Barnett [9] ha dichiarato che ci dovrebbe essere una appropriata e dettagliata analisi di questo argomento da parte della Federazione Mondiale per gli Ultrasuoni in Medicina e Biologia.

In breve, la letteratura indica che i bioeffetti degli ultrasuoni non raggiungono livelli clinicamente rilevanti, e la loro esistenza è provata soltanto in studi in vitro ed in modelli animali.

Nonostante ciò, i medici che fanno ecografie dovrebbero essere consapevoli dei rischi teorici degli ultrasuoni allo scopo di minimizzare gli effetti avversi. Questo problema è diventato anche più importante dopo l'introduzione dei mezzi di contrasto ecografici contenenti microbolle di gas, che accresce la probabilità di effetti biologici clinicamente rilevanti [10].

Lo scopo di questo studio è valutare il livello di consapevolezza e di conoscenza sulla sicurezza nell'uso dell'ecografia nella pratica clinica da parte dei medici italiani soci SIUMB.

Materiali e metodi

Nel 2006 la Segreteria SIUMB ha inviato un questionario (Appendice 1) a tutti i membri della società di cui era disponibile un indirizzo e-mail. Il questionario era composto di due parti:

- Parte 1: un foglio da compilare riguardo dati demografici ed informazioni riguardo l'esperienza del socio sull'uso clinico degli US.
- Parte 2: quiz a risposta multipla con 11 domande (Q) riguardanti l'uso sicuro degli ultrasuoni nella pratica clinica quotidiana, in cui una sola era la risposta esatta.

In quell'anno erano disponibili gli indirizzi e-mail di soli 915 membri, meno della metà del numero totale di soci. Da allora la società ha prestato maggiore attenzione nel creare un database aggiornato e ben organizzato. È stato inviato ai soci via mail un invito a partecipare a questo progetto.

Il messaggio specificava che la risposta al questionario doveva pervenire entro 48 ore per evitare che le risposte si basassero sulla consultazione di testi. I medici interessati a partecipare a questa iniziativa dovevano inviare una e-mail con le risposte alla Segreteria SIUMB. Il questionario è stato inviato all'inizio di una settimana lavorativa e le risposte dovevano pervenire entro 48 ore.

Probabilmente questo tempo limitato per le risposte ha considerevolmente ridotto il numero di partecipanti, dal momento che la maggior parte dei soci ha un notevole carico di lavoro quotidiano, ma gli autori hanno ritenuto comunque importante imporre tale limite di tempo.

La Segreteria SIUMB ha inoltrato i questionari completi senza il nome dei partecipanti agli ideatori dello studio, che li hanno inseriti in un database ed analizzati statisticamente. I questionari ricevuti risultavano validi per l'analisi statistica solo se c'erano almeno 10 su 11 risposte.

Risultati

Su 104 questionari ricevuti, 97 sono stati considerati validi. L'età media dei medici che avevano compilato un valido questionario era di 44 anni (range 26-59 anni), ed i medici partecipanti praticavano ecografia in media da 13 anni (range 1-29 anni).

La maggior parte di coloro che avevano risposto alla mail (33%) dedicavano il 30-40% del loro orario di lavoro (Tab.1) all'ecografia ed una simile percentuale (32%) dedicava il 1-30%; un 29% dedicava il 70%-100% e soltanto una piccola parte (6%) dedicava il 100% del proprio orario di lavoro all'ecografia. Riguardo al posto di lavoro (Tab. 2) alcuni medici lavoravano in più strutture. Il luogo di lavoro più comune (70% medici) era l'ospedale pubblico appartenente al Sistema Sanitario Nazionale o pratica di medicina generale fuori dall'ambiente ospedaliero. Il 12% dei luoghi di lavoro riportati era rappresentato da strutture semi-private connesse al Sistema Sanitario Nazionale (Case di Cura con servizi rimborsati dal Sistema Sanitario Nazionale o pagate direttamente dal paziente) ed il 18 % erano del tutto private.

Dopo l'ecografia convenzionale le modalità o specialità ecografiche più praticate dai medici che avevano risposto alla mail era l'eco-Doppler (74%) (Tab. 3), l'ecocontrastografia (43%), l'ecografia pediatrica (41%). L'ecografia oftalmologica e ostetrica e il Doppler transcranico erano praticati dalla minoranza dei partecipanti. La percentuale di risposte corrette ad ogni domanda è riportata nella Tab. 4. Solo il 50%-60% dei partecipanti ha individuato le definizioni corrette di indice termico ed indice meccanico (Q1, Q2, Q5). Quasi tutti conoscevano i bioeffetti espressi dall'indice termico (Q4), ma soltanto una minoranza sapeva gli organi più frequentemente bersaglio dei bioeffetti legati all'indice meccanico (Q3) e cosa significa indice termico (Q6). La maggioranza sapeva che i feti sono a rischio più alto riguardo al danno da ultrasuoni (Q7, Q9) e ha correttamente individuato i limiti dell'emissione acustica degli ecografi settati dalla FDA (Food and Drug Administration) (Q8). Meno della metà dei partecipanti sono stati in grado di rispondere correttamente riguardo alle norme di sicurezza incluse nelle raccomandazioni delle Società Internazionali di Ecografia (Q10, Q11).

Discussione

I medici partecipanti sembravano conoscere le definizioni generali dei principali parametri sulla sicurezza, come quelle inerenti agli indici termico e meccanico trovati nelle domande 2 e 4 (cui il 61.9% e il 93.8% dei partecipanti ha risposto correttamente, rispettivamente) lo stesso si è verificato per le definizioni di TIS e TIB (domanda 5, cui il 61.9% dei partecipanti ha correttamente risposto).

Percentuale di tempo dedicato all'ecografia	Numero (%) dei partecipanti. Totale 97
100%	6 (6.1%)
70–100%	28 (28.9%)
30–70%	32 (33.0%)
1–30%	31 (32.0%)

Tabella 1. Percentuale di attività professionale dedicata all'ecografia e riportata nei questionari dai partecipanti.

Tipo di impiego	Numero (%) di medici
Pubblico	68/97 (70.1)
Semi-privato	12/97 (12.4)
Privato	17/97 (17.5)

Tabella 2. Work settings riportati dai partecipanti

Tipo di ecografia	Numero (%) di medici*
Ostetrica	7/97 (7.2)
Oftalmica	9/97 (9.3)
Doppler	72/97 (74.2)
Ecocontrastografia	42/97 (43.3)
Transcranica	7/97 (7.2)
Pediatrica	40/97 (41.2)

*alcuni partecipanti effettuavano più tipi di ecografia, così la somma delle percentuali supera il 100%.

Tabella 3. Tipo di ecografia effettuata dai medici partecipanti.

Domanda	Risposta corretta	Numero di medici che ha risposto correttamente	%
Q1	B	52/97	53.6
Q2	A	60/97	61.9
Q3	A	38/97	39.2
Q4	A	91/97	93.8
Q5	A	60/97	61.9
Q6	C	34/97	35.1
Q7	A	78/97	80.4
Q8	C	70/97	72.2
Q9	C	85/97	87.6
Q10	B	41/97	42.3
Q11	A	47/97	48.5

% indica la percentuale di risposte corrette sul totale di risposte ad ogni domanda (una risposta=un medico)

Tabella 4. Risposte corrette alle domande a risposta multipla .

L'analisi delle risposte riguardanti gli effetti biologici degli ultrasuoni ha rivelato che la conoscenza generale sull'uso degli ultrasuoni in ostetricia era buona (domanda 7, correttamente risposta dall'80.4%, riguardo l'uso degli ultrasuoni durante il primo trimestre), anche se solo il 7% dei partecipanti effettuava ecografie ostetriche. I medici sapevano anche che i tessuti dell'adulto sono meno sensibili ad incrementi della temperatura (domanda 9, l'87,6% ha risposto correttamente). Allo stesso tempo comunque i partecipanti erano molto meno consapevoli degli effetti biologici degli ultrasuoni. Infatti meno del 40% ha dato la risposta corretta alla domanda 3 (39.2%) e alla 6 (35%). Queste domande riguardavano non solo il danno alla vascolarizzazione del polmone prodotto dagli scanner ecografici con alto indice meccanico ma anche il rialzo termico nell'area sottostante il trasduttore a diversi indici termici.

Sebbene solo il 42.3% dei partecipanti ha dimostrato di conoscere le normative aggiornate AIUM (domanda 10), molti medici (72.2%) hanno risposto correttamente alla domanda 8, inerente alla regolazione dell'emissione acustica suggerita dalla FDA. Ancora, la conoscenza delle linee guida sull'utilizzo dei mezzi di contrasto è stata insoddisfacente: la percentuale di risposte corrette alla domanda 11 è stata soltanto 48.5%.

Questa indagine suggerisce che i medici ecografisti in Italia probabilmente sono consapevoli delle definizioni generali e dei parametri relativi alla sicurezza degli ultrasuoni. Comunque non sembrano essere adeguatamente informati e aggiornati sulle raccomandazioni internazionali e non sono completamente consapevoli dei potenziali rischi per i tessuti associati a lunghi tempi di esposizione e ad alte intensità. Questi risultati indicano che le Società Nazionali di ecografia e le Università di Medicina - almeno in Italia - devono sforzarsi ad insegnare agli ecografisti i bioeffetti delle modalità diagnostiche ecografiche. Questa conclusione è in accordo a quello che è emerso da studi simili condotti da Marsal [11] e più recentemente da Sheiner [12], principalmente tra medici, ecografisti, infermieri ed ostetriche nel campo dell'ostetricia e della ginecologia. Marsal ha condotto una indagine basata su un questionario tra professionisti che utilizzavano gli ultrasuoni per lo studio fetale e ha documentato che gli ecografisti presumibilmente responsabili del controllo dell'esposizione fetale agli ultrasuoni avevano scarsa conoscenza di alcuni aspetti di base sulla sicurezza degli ultrasuoni. Similmente Sheiner [13], in una recente indagine, ha concluso che i medici ecografisti sono scarsamente informati riguardo ad argomenti inerenti la sicurezza degli ultrasuoni durante la gravidanza e che sarebbe necessario un ulteriore training per migliorare la conoscenza sugli output acustici degli scanner e sulla loro sicurezza.

Il nostro studio include diversi tipi di medici che effettuano ecografia diagnostica in differenti campi. Il nostro studio ha dei limiti, che comunque non cambiano la significatività o le implicazioni

dei nostri risultati. Prima di tutto la percentuale di coloro che hanno risposto al questionario è molto bassa. Questo problema può essere stato causato da diversi fattori. Siamo stati informati in maniera informale da vari soci che loro non consideravano l'argomento sufficientemente importante da giustificare il tempo speso a rispondere al questionario; altri non hanno risposto perché non erano in grado di garantire una rapida risposta (come richiesto) a causa di un elevato carico di lavoro. Alcuni indirizzi e-mail erano sbagliati o non più attivi. Comunque, mentre il numero di partecipanti è stato relativamente basso, le applicazioni ecografiche effettuate da questi erano avanzate (il 74% effettuava Doppler US e il 43% ecocontrastografia), ad indicare che i partecipanti sono molto attivi nel campo degli ultrasuoni. Le loro risposte danno una sovrastima più che una sottostima della conoscenza degli ultrasuoni da parte degli operatori in Italia.

Questo ci porta ad un secondo potenziale bias, che è che coloro che hanno risposto al questionario sono probabilmente non statisticamente rappresentativi della Società come intero, in termini di livello di esperienza. Inoltre la società stessa non può essere rappresentativa di tutti i medici che fanno ecografie in Italia. Comunque sarebbe difficile trovare un campione che rappresenti veramente la conoscenza di tutti gli ecografisti italiani, visto che ci sono rare occasioni di incontro, eccetto forse a grandi congressi. Comunque esaminare un grande numero di partecipanti volontari in una volta sola non è fattibile. Anche se al congresso sono presenti centinaia di partecipanti, ognuno dovrebbe rispondere senza consultare altri colleghi e questo può essere difficilmente garantito con le usuali modalità congressuali. Inoltre ai congressi partecipano gli operatori più attivi ed entusiasti. Le risposte al questionario sono inoltre volontarie e ciò significa che ancora una volta è coinvolto un subset relativamente entusiasta. In aggiunta a quanto detto prima è impossibile escludere la possibilità che qualcuno in questo studio non abbia consultato libri di testo o internet prima di rispondere al questionario e ciò suggerisce che i risultati di questo studio più probabilmente sovrastimano la conoscenza degli ecografisti. Il rischio che i nostri risultati siano una sottostima della conoscenza sulla sicurezza degli ultrasuoni da parte degli operatori italiani è molto basso, e sarebbe la reale minaccia alla significatività del nostro studio.

In conclusione, la possibilità che abbiamo sovrastimato la conoscenza dei soci non altera le implicazioni di questi risultati in alcun modo: sono necessari sforzi maggiori da parte delle società nazionali di ultrasuoni per migliorare la conoscenza dei bioeffetti dell'ecografia diagnostica.

Conflitto di interesse

Gli autori dichiarano di non avere alcun conflitto di interesse.

Appendice 1: Questionario

Parte 1

(dati demografici e descrizione dell'esperienza del socio riguardo all'ecografia)

Età: _____

Da quanto tempo fai ecografie? _____ (anni)

Percentuale di attività lavorativa dedicata all'ecografia:

- A. 100%
- B. 70-100%
- C. 30-70%
- D. 1-30%

Tipologia di struttura in cui esegui esami ecografici:

- A. Pubblica
- B. Semi-privata
- C. Privata

Che tipo di ecografie di solito effettui? Scrivi sì o no di fianco ad ogni dicitura:

- 1) Ecografia ostetrica ____
- 2) Ecografia oftalmica ____
- 3) Ecografia Doppler ____
- 4) Ecocontrastografia ____
- 5) Ecografia transcranica ____
- 6) Ecografia pediatrica ____

Parte 2

(11 domande a risposta multipla).

1) Gli indici termico e meccanico compaiono:

- a. nel manuale d'uso di un ecografo;
- b. continuamente in tempo reale sullo schermo durante un esame ecografico;
- c. sullo schermo all'inizio di un nuovo esame.

2) L'indice meccanico MI si riferisce:

- a. alla probabilità che si possa verificare un fenomeno di cavitazione cellulare;
- b. alla intensità con cui possono essere usati mezzi di contrasto;
- c. alla probabilità che l'effetto meccanico sia maggiore dell'effetto termico.

3) Durante un esperimento in cui dei topi erano esposti ad alto indice meccanico, in quale dei seguenti organi si è verificata un'emorragia?

- a. polmone
- b. rene
- c. fegato

4) L'indice termico TI riflette:

- a. la probabilità di un incremento di temperatura nell'area esplorata;
- b. la probabilità di un incremento di temperatura sulla superficie del trasduttore;
- c. la probabilità di un incremento di temperatura nell'impugnatura del trasduttore.

5) Gli indici termici sono:

- a. TIS (indice termico dei tessuti molli), TIB (indice termico dell'osso)
- b. TIS (indice termico dei tessuti molli), TIB (indice termico dell'osso) e TIC (indice termico della teca cranica)
- c. TIS (indice termico dei tessuti molli), TIC (indice termico della teca cranica) e TID (diagramma intensità tempo)

6) Se $TI = 2$, la temperature del tessuto in teoria:

- a. raddoppia rispetto alla temperature iniziale;
- b. decresce di 2 gradi Celsius rispetto alla temperature iniziale;
- c. aumenta di 2 gradi Celsius rispetto alla temperature iniziale.

7) L'indice termico è di primaria importanza durante l'esame ecografico:

- a. ostetrico nel primo trimestre;
- b. vascolare
- c. epatico.

8) L'emissione acustica di un apparecchio ecografico è limitato, secondo le direttive della FDA, come segue:

- a. indice meccanico < 1.9 e indice termico < 4.0
- b. intensità $< 720 \text{mW/cm}^2$
- c. intensità $< 720 \text{mW/cm}^2$ ed indice meccanico < 1.9

9) Quale dei seguenti tessuti sono meno sensibili all'aumento di temperatura causato dagli ultrasuoni?

- a. tessuti fetali
- b. tessuti neonatali
- c. tessuti dell'adulto

10) “Sebbene ad oggi non ci siano effetti biologici confermati sui pazienti causati dall’esposizione agli ultrasuoni a scopo diagnostico, esiste la possibilità che questi effetti possano essere identificati in futuro”. Quest’affermazione è stata rilasciata dalla AIUM (American Institute of Ultrasound in Medicine) nel 1999. Quale delle seguenti dichiarazioni non appartiene all’AIUM Official Statement sulla Sicurezza clinica e sull’uso prudente degli Ultrasuoni, e dunque è falsa?

- a. l’ecografia diagnostica dovrebbe essere usata con prudenza per apportare benefici all’individuo; quando usati per scopi educazionali e di ricerca il paziente dovrebbe essere informato delle suddette condizioni di esposizione;
- b. l’ecografia diagnostica può essere usata liberamente per esaminare gli organi, anche in soggetti sani, fin quando sono rispettati i TIS e TIB e l’esame di ogni organo dura meno di cinque minuti, a meno che non ci siano alte indicazioni mediche;
- c. l’uso dell’ecografia bidimensionale (2D) e tridimensionale (3D) solo per vedere il feto ed avere una fotografia del feto, o determinarne il sesso, senza indicazione medica, è inappropriata e contraria ad una responsabile pratica medica.

11) Quale delle seguenti affermazioni è corretta e fa parte delle linee guida dell’EFSUMB (European Federation of Societies for Ultrasound in Medicine and Biology) riguardo all’utilizzo di mezzi di contrasto ecografici?

- a. Bisogna essere cauti nell’utilizzare mezzi di contrasto ecografici nei tessuti in cui il danno microvascolare può avere serie implicazioni cliniche, come negli occhi, nel cervello e nel neonato;
- b. Si deve usare cautela nell’uso del mezzo di contrasto in ecocardiografia nel caso di studio della perfusione del miocardio, mentre la valutazione del bordo interno del ventricolo non comporta rischi aritmici in quanto lo studio non interessa direttamente le coronarie
- c. nell’utilizzo di mezzi di contrasto ecografici il livello dell’indice meccanico (MI) dovrebbe essere sempre tenuto in mente mentre gli indici termici (TIS e BIS) ed il tempo di esposizione non sembra abbiano alcun effetto importante dato che il rischio è limitato alla cavitazione senza effetti termici.

Bibliografia

- [1] Barnett SB. Intracranial temperature elevation from diagnostic ultrasound. *Ultrasound Med Biol* 2001;27(7):883-88.
- [2] WFUMB: World Federation for Ultrasound in Medicine and Biology Symposium on Safety of Ultrasound in Medicine: Conclusions and recommendations on thermal and non-thermal mechanisms for biological effects of ultrasound. (Barnett SB, ed.). *Ultrasound Med Biol* 1998;24(7):S1-1-85.
- [3] Charles C. Church. Spontaneous homogeneous nucleation, inertial cavitation and the safety of diagnostic ultrasound. *Ultrasound Med Biol* 2002;28(10):1349-64.
- [4] American Institute of Ultrasound in Medicine consensus report on potential bioeffects of diagnostic ultrasound: executive summary. *J Ultrasound Med* 2008;27:503-515.
- [5] Skyba DM, Price RJ, Linka AZ, Skalak TC, Kaul S. Direct in vivo visualization of intravascular destruction of microbubbles by ultrasound and its local effects on tissue. *Circulation* 1998;98(4):290-3.
- [6] Jensch RP, Brent RL. Intrauterine effects of ultrasound: animal studies. *Teratology* 1999;59(4):240-51.
- [7] Ziskin MC. Epidemiology and human exposure. In: Nyborg WL, Ziskin MC, Eds. “Biological effects of ultrasound”. *Clinics in diagnostic ultrasound*, volume, 16 chap. 10 111-120, Churchill Livingstone, New York 1985.
- [8] Newnham JP, Doherty DA, Kendall GE, Zubrick SR, Landau LL, Stanley FJ. Effects of repeated prenatal ultrasound examinations on childhood outcome up to 8 years of age: follow-up of randomised controlled trial. *Lancet* 2004;364(9450):2038-44
- [9] Barnett SB. Live scanning at ultrasound scientific conferences and the need for prudent policy. *J Ultrasound Med Biol* 2003; 29(8):1071-6.
- [10] Barnett SB, Duck F., Ziskin M. Recommendations on the safe use of ultrasound contrast agents. *Ultrasound Med Biol* 2007;33(2):173-4.
- [11] Marsal K. The output display standard: has it missed its target? *Ultrasound Obstet Gynecol* 2005;25:211-4.

- [12] Sheiner E, Shoham-Vardi I, Abramowicz JS. What do clinical users know regarding safety of ultrasound during pregnancy? *J Ultrasound Med* 2007;26:319-25.
- [13] Sheiner E, Abramowicz JS. Clinical end users worldwide show poor knowledge regarding safety issues of ultrasound during pregnancy. *J Ultrasound Med* 2008;27(4):499-501.