

A nonno.

# INDICE

Introduzione .....	1
1. GESTIONE DEL PAZIENTE IN RM .....	4
1.1 RM encefalo e RM rachide .....	5
1.2 Artefatti da movimento: GHOST .....	14
2. MUSICA TRASLAZIONALE	
2.1 Musicoterapia.....	19
2.2 Translational Music .....	20
2.3 432 Hz: frequenza naturale, l'accordatura aurea .....	20
2.4 Benefici della musica a 432 Hz e ricerche correlate .....	21
3. MATERIALI E METODI .....	27
3.1 Questionario: .....	31
4. RISULTATI	
4.1 Raccolta dati .....	38
4.2 Elaborazione dati e discussione .....	42
5. CONCLUSIONI .....	57
6. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA .....	58



## INTRODUZIONE

La Risonanza Magnetica, in campo medico, è una metodica diagnostica che utilizza campi magnetici ed onde elettromagnetiche a radiofrequenza.

In ambito neuroradiologico numerose sono le patologie che vengono studiate, valutate e progressivamente controllate con tale metodica; di conseguenza numerosi sono i pazienti che eseguono esami del distretto encefalico-rachideo.

In alcuni di questi soggetti la claustrofobia, la preoccupazione per una imminente diagnosi, il rumore prodotto dall'apparecchiatura di Risonanza Magnetica, la costrizione della bobina e dei sistemi di immobilizzazione del capo, rappresentano fattori che possono influenzare lo stato d'animo di un paziente che si sottopone a un esame di Risonanza Magnetica.

A causa di tali motivazioni, una piccola percentuale di pazienti non riesce a effettuare o a portare a termine l'esame, mentre una buona parte vive con ansia questa esperienza, riscontrando spesso difficoltà a mantenere l'immobilità all'interno del magnete, con conseguente allungamento dei tempi di esame e generazione di artefatti da movimento, che possono compromettere la qualità dell'indagine da un punto di vista diagnostico.

Il presente studio, dunque, verte sull'analisi delle sensazioni e degli stati d'animo indotti nei pazienti dalla presenza/assenza di diversi tipi di musica durante l'esecuzione di indagini RM del distretto encefalico-rachideo.

La tesi pertanto è suddivisa in 3 capitoli: nel primo capitolo si introduce in senso generale la gestione del paziente che si sottopone ad una RM dell'encefalo o del rachide prestando particolare attenzione agli ar-

tefatti da movimento che potrebbero insorgere e che renderebbero non diagnostico l'esame effettuato.

Il secondo capitolo illustra e definisce la musica traslazionale e la confronta con musica classica di tipo standard, i benefici dimostrati di questo particolare tipo di musica e porta a sostegno di tale tesi delle ricerche correlate.

Questa prima parte rappresenta quindi le principali conoscenze teoriche e applicative dalle quali il nostro progetto ha preso avvio.

Nella seconda parte, corrispondente al terzo capitolo, viene invece illustrato il progetto di tesi: obiettivi dello studio, i tempi e le modalità di realizzazione, materiali utilizzati, collaborazioni e i risultati conseguiti.

Il progetto di tesi nasce a seguito di un intervento neurochirurgico eseguito su un paziente pediatrico nel novembre 2020 per l'asportazione di un duplice tumore al midollo spinale.

L'intervento è stato eseguito in una sala operatoria con un pianoforte accordato ad una particolare frequenza di risonanza: 432 Hz.

Il paziente pediatrico, nei giorni antecedenti l'operazione aveva ascoltato alcuni brani del biologo molecolare e pianista compositore Emiliano Toso per attutire il dolore. Anche durante l'intervento, seppur in anestesia generale, il paziente pediatrico ha continuato ad ascoltare questa particolare tipologia di composizioni e gli effetti della musica sono stati visibili anche dall'elettroencefalogramma del paziente in quanto il tracciato si modificava nelle interruzioni musicali.

Il musicista e ex biologo molecolare Emiliano Toso, dal 2013, si dedica alla composizione e all'esecuzione di musiche curative che trovano molteplici applicazioni.

La particolarità di questa musica è l'accordatura, eseguita con il LA centrale a 432 Hz: Emiliano Toso ha definito questo suo modo di fare musica "Traslational Music".

Con questo studio, di tipo sperimentale, vogliamo valutare un eventuale beneficio nell'utilizzo di tale musica anche sui pazienti che eseguono esami di Risonanza Magnetica.

# CAPITOLO I

## GESTIONE DEL PAZIENTE IN RISONANZA MAGNETICA

Le indicazioni all'esecuzione della Risonanza Magnetica in ambito neuroradiologico sono molteplici: Per la maggioranza dei casi, la risonanza magnetica all'encefalo viene utilizzata per il controllo o la diagnosi della malattia oncologica primaria o secondaria (metastasi), delle malformazioni, degli insulti cerebrali come emorragie, ischemie, ipossie, della sclerosi multipla a carico di encefalo e midollo, delle malattie a carico dei nervi acustici e dei nervi ottici.

Studi di questo tipo, vengono spesso eseguiti con l'utilizzo di MDC paramagnetico in vena (chelati di Gadolinio).

Prima di eseguire l'esame il medico radiologo formula specifiche domande attraverso un questionario al paziente per individuare eventuali controindicazioni come la presenza di pacemaker cardiaci che, se non RM compatibili, possono alterare il loro funzionamento a causa delle onde a radiofrequenza applicate;

Ancora, schegge metalliche nel corpo, protesi metalliche fisse o mobili, interventi subiti, presenza di stent, clip vascolari, valvole cardiache metalliche e altro.

Tutto ciò che il paziente possiede e indossa di ferromagnetico deve necessariamente essere rimosso; nelle donne, anche il trucco in viso.

Dopo il colloquio il paziente, rimossi tutti gli oggetti metallici e indossato un camice monouso, viene fatto stendere supino sul lettino della Risonanza Magnetica. L'infermiere, nel caso si abbia necessità di eseguire lo studio con utilizzo di mezzo di contrasto, incannulerà una vena attraverso la quale il MDC verrà somministrato.

Dopo essere stato posizionato, al paziente vengono forniti dei tappi auricolari per tollerare e, in qualche modo minimizzare, i rumori dell'apparecchiatura.

## **1.1 RM ENCEFALO E RACHIDE**

Dopo la preparazione e il posizionamento del paziente, nel caso dell'encefalo, sono posizionate sul paziente stesso delle bobine di superficie che ricevono il segnale in uscita dai tessuti: vengono definite bobine di radiofrequenza riceventi;

Questo perché la Risonanza Magnetica si propone di ottenere immagini dettagliate di una determinata zona anatomica in esame, previa sollecitazione degli atomi della stessa, in particolare dei nuclei di idrogeno contenuti in essa.

Si valuta dunque la risposta dei nuclei di idrogeno sollecitati dal campo magnetico a radiofrequenza.

Le bobine a radiofrequenza (RF coils) rappresentano una delle componenti fondamentali in un hardware MRI, possono essere di due tipologie a cui corrispondono tipicamente due funzioni:

1. Generare impulsi alla frequenza di Larmor per l'eccitazione dei nuclei di idrogeno nel campione in esame (bobina RF trasmittente);
2. Rilevare il segnale emesso dai nuclei alla stessa frequenza (bobina RF ricevente).

Le bobine trasmittenti solitamente possono sia generare l'impulso che riceverlo. Le bobine di ricezione sono quasi ed esclusivamente dedicate alla ricezione del segnale. Le bobine di superficie sono bobine riceventi.

Sono definite di superficie in quanto vengono poste direttamente a contatto sulla zona anatomica in esame del paziente.

In tal modo le bobine riceventi presentano un buon rapporto segnale-rumore (SNR) per tessuti vicini alla bobina. Più il tessuto è vicino alla bobina, più il segnale sarà elevato.

Per lo studio della colonna, invece, vengono ad oggi utilizzate bobine di tipo “phased array” definite così perché presentano multipli ricevitori di segnale posti in serie che garantiscono l’acquisizione del segnale su grandi volumi (intera colonna) in tempi ridotti e con un buon rapporto segnale-rumore.

Per quanto riguarda l’encefalo le bobine utilizzate possono essere di vario tipo:

Nell’Immagine 1 vediamo una bobina definita BIRD CAGE o 8 canali, dedicata allo studio dell’encefalo. Viene definita birdcage, a gabbia d’uccello, per la particolare struttura.



**IMMAGINE 1: BOBINA 8CH BRAIN “BIRDCAGE”**

Viene definita bobina a 8 canali in quanto appunto presenta 8 elementi riceventi nella bobina che possono essere collegati contemporaneamente.

Di seguito è riportata la scheda tecnica della bobina:

<b>Tipo di bobina</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bobine Phased Array a 6 o 8 elementi</li> <li>• Sola ricezione</li> </ul>
<b>Caratteristiche costruttive</b>	Bobina volumetrica costituita da 6 o 8 canali
<b>Dimensioni</b>	Diametro bobina: 24 cm Copertura FH 22 cm
<b>Disponibile per</b>	1.5 T: Bobine testa SENSE 6 e 8 3.0T: Bobina testa 8 SENSE
<b>Compatibilità SENSE</b>	Si; fattore SENSE max: 6 per la bobina testa SENSE 6, 8 per la bobina testa SENSE 8
<b>Compatibilità CLEAR</b>	Si
<b>Applicazioni</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cervello</li> </ul>
<b>Marcatori della bobina</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Al centro della bobina (direzione FH) per il posizionamento dell'indicatore luminoso tipo laser</li> <li>• Marcatori bilaterali per la verifica della qualità dell'immagine (fantoccolo)</li> </ul>
<b>Limitazioni</b>	Da utilizzare soltanto nell'ambito di studi eseguiti nella posizione 'testa davanti'.
<b>Nota importante</b>	Nei sistemi dotati di sistema di acquisizione a 6 canali, questa bobina _ disponibile solo nella configurazione a 6 elementi della bobina.
<b>Osservazioni generali</b>	Per ottenere la migliore qualità dell'immagine viene utilizzata la funzione di correzione dell'omogeneità CLEAR.
<b>Imaging Multi Coil</b>	Si (vedere il paragrafo 6.1.1 'Imaging Multi Coil')
<b>Imaging Dual Coil</b>	No
<b>Nome interfaccia utente</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bobina testa SENSE 8 o testa SENSE 6</li> <li>• Testa SENSE su sistemi di acquisizione a 6 canali</li> </ul>

Questa tipologia di bobina, però, viene utilizzata nel caso in cui l'esame richiesto per il paziente sia solo encefalo.

Se il paziente deve eseguire un esame di encefalo e rachide, o solo del rachide, vengono ad oggi utilizzate bobine di tipo "phased array" definite così perché presentano un array di ricevitori di segnale posti in parallelo che garantiscono l'acquisizione del segnale su grandi volumi (intera colonna) dunque coprono un ampio campo di vista in tempi ridotti e con un alto rapporto segnale-rumore.

Questo perché i canali possono essere attivati in modo differente ma sempre molto efficace; infatti si possono attivare sia un elevato numero di canali in un solo campo di vista (nel caso dello studio dell'encefalo), ma si possono anche attivare un elevato numero di elementi distribuito su più bobine integrate (studio di colonna o encefalo e colonna). Come vediamo dall'immagine 2, è una bobina di superficie rigida costituita da una parte posteriore e da una parte anteriore (gabbia).



**IMMAGINE 2: BOBINA NEUROVASCULAR SENSE 16**

È proprio la chiusura della componente anteriore che spesso crea agitazione soprattutto nei pazienti claustrofobici (immagine 3).



**IMMAGINE 3: CHIUSURA BOBINA**

Entrambe le bobine sono indispensabili all'esecuzione dell'esame e ovviamente l'obiettivo clinico è l'elevata informazione diagnostica ma, per molti pazienti, determinano un forte senso di costrizione e questo, molto spesso, è un fattore che provoca stati d'ansia e di agitazione.

Questo soprattutto in pazienti claustrofobici o particolarmente suscettibili.

Nel caso in cui il paziente non debba svolgere lo studio dell'encefalo ma solo della colonna, e questa bobina venga accoppiata con le bobine testa-colonna vertebrale SENSE, c'è la possibilità opzionale di non utilizzare la componente anteriore e di posizionare un top-off.

Oltre ciò, il paziente, dopo il posizionamento e la chiusura della bobina, deve essere centrato dal tecnico sulla zona anatomica in esame facendo attenzione che il distretto studiato sia al centro del magnete.

Questo perché al centro del magnete, il campo magnetico è massimo in intensità, omogeneità e stabilità.

Ad esempio, per lo studio dell'encefalo il paziente viene centrato con dei laser ottici a livello del tetto orbitario e, dopo aver dato indicazione di zero alla macchina, questa con un movimento del lettino porterà l'encefalo all'isocentro del magnete.

Di conseguenza un paziente particolarmente inquieto, con la bobina posizionata e chiusa, si troverà con l'encefalo al centro del bore che, nel nostro caso ha un diametro di 60cm.

Altro elemento che frequentemente disturba il paziente è il RUMORE che necessariamente viene emesso dall'apparecchiatura che lo circonda per tutta la durata dell'esame.

Il paziente non sente rumori soltanto nelle brevi pause tra una sequenza e l'altra.

Il rumore è provocato dalla vibrazione di altri tipi di bobine, definite bobine di gradiente. Queste bobine vengono fatte attraversare da corrente, sono 3, poste una in ogni direzione dello spazio (x,y,z); il loro obiettivo è quello di modificare il campo magnetico, ecco perché sono definite bobine di gradiente, in quanto appunto creano un gradiente di campo magnetico  $B_0$ .

Quando le bobine di gradiente vengono attivate, per la Forza di Lorentz, sono attraversate da corrente, causano la vibrazione delle stesse e per tal motivo producono i caratteristici rumori che spesso infastidiscono il paziente.

Ovviamente in base alla combinazione di accensione e spegnimento dei gradienti i pazienti sono sottoposti a rumori diversi, che possono anche arrivare a 120dB.

Le bobine di gradiente si trovano al centro dello scanner e quindi in prossimità del paziente, soprattutto durante gli esami del cervello e della colonna lombare.

Ecco perché il rumore, soprattutto nei pazienti che eseguono RM di encefalo e colonna, è un elemento che deve necessariamente essere tenuto in considerazione.

Oltre alla claustrofobia, al senso di costrizione e al rumore, un altro elemento che frequentemente disturba il paziente o lo induce al movimento durante l'esame è la temperatura.

È importante controllare gli stati d'agitazione nei pazienti soprattutto quando eseguono una RM del rachide in toto in quanto le sequenze previste dai protocolli per il rachide presentano un SAR elevato.

Il SAR o rateo di assorbimento specifico, corrisponde alla potenza RF assorbita per unità di massa ed è il principale responsabile del surriscaldamento del paziente; l'unità di misura è pertanto il W/kg.

Il SAR dipende da molti fattori quali: frequenza, intensità, forma d'onda, numero di impulsi e la polarizzazione del campo a radiofrequenza, la configurazione del paziente e della regione anatomica esposta.

$$\Delta T = \frac{SAR \times T_e}{4.186 \times c}$$

**FORMULA SAR**

In particolare l'innalzamento della temperatura allegato al SAR viene quantificato dalla seguente formula:

Dove  $T_e$  è il tempo di esposizione e  $c$  il valore di calore specifico in cal/kg/°C;

Nei protocolli dello studio del rachide, alcune sequenze presentano SAR elevati; di conseguenza alcuni pazienti possono essere infastiditi, oltre che da tutte le componenti sopracitate, anche dall'aumento della temperatura.

Da un punto di vista di radioprotezione invece la normativa italiana (Decreto del Ministero della Sanità, 3 agosto 1993) prevede, al fine di mantenere il rialzo di temperatura entro 0,5°C, che il SAR mediato sul corpo intero non superi determinati valori in condizioni ambientali adeguate, cioè con una temperatura ambientale non superiore ai 22° e umidità relativa inferiore al 50%.

La temperatura locale non deve superare i 38°C nei tessuti della testa, 39°C nei tessuti del tronco, 40°C nei tessuti degli arti. Inoltre, per proteggere tessuti scarsamente vascolarizzati (per l'esempio l'occhio), il limite di SAR locale viene ridotto 10 W/kg, mediati su 10 g per esposizioni di durata superiore a 10 minuti.

In determinate situazioni si possono manifestare riscaldamenti locali elevati e conseguenti possibilità di ustione; ad esempio se erroneamente si pongono oggetti conduttori nella regione sensibile della bobina; se il paziente dimentica di rimuovere cerotti transdermici; nella più frequente delle ipotesi accade se avviene un contatto pelle-pelle, un contatto pelle-bobina di trasmissione, un contatto pelle-cavo o se si dovessero formare di anelli con i cavi o con gli arti.

Più in generale, solitamente l'età, l'ipertensione, l'assunzione di farmaci come diuretici, tranquillanti e vasodilatatori sono correlati a una inferiore tolleranza al calore e le principali manifestazioni a carico termico sono l'aumento della temperatura, la sudorazione, l'incremento della frequenza cardiaca e variazioni di pressione modeste.

A conclusione di tutte queste considerazioni affermiamo che la RM è una tecnica di imaging non invasiva ma che per alcuni pazienti può determinare agitazione.

L'operatore però deve assicurare la perfetta immobilità del paziente. Questo è determinato per la buona riuscita dell'esame diagnostico ma anche per il paziente stesso in quanto immagini con artefatti da movimento andranno ripetute con allungamento dei tempi di esame ed amplificazione dello stato di agitazione del soggetto esaminato.

## 1.2 ARTEFATTI DA MOVIMENTO: GHOST

Se il paziente non è in grado di mantenere la perfetta immobilità durante la fase di acquisizione delle immagini, al momento dell'ascolto del segnale si presenterà nell'immagine un artefatto da movimento.

Per quanto riguarda la parte neuro, si studiano distretti anatomici non in movimento, l'organo in sé è fermo. Di conseguenza l'artefatto è causato da un movimento volontario o involontario ma del paziente, non dell'organo in esame; nello studio della colonna, invece possono esserci artefatti da movimento dovuti al respiro del paziente; nel caso degli studi della colonna infatti si posiziona sempre una banda di saturazione anteriormente e questo per evitare il trasporto degli artefatti, per togliere il segnale a tutto quello che si può muovere.

L'artefatto da movimento si manifesta come un riproporsi di immagini "ghost", immagini fantasma, nella direzione di codifica di fase.

Questo accade perché quando la macchina acquisisce un segnale deve essere determinata la localizzazione spaziale, la provenienza del segnale stesso.

Come già detto (vedi pag.11) la localizzazione del segnale è ad opera delle bobine di gradiente che sono 3 e disposte lungo i tre assi dello spazio: una lungo l'asse x, una lungo l'asse y e una lungo l'asse z.

Quando vengono attivati i gradienti, le bobine vengono percorse da corrente causando una variazione di campo magnetico lineare con lo spazio. Infatti l'unità di misura dei gradienti è il mT/m: a numeratore abbiamo milliTesla e a denominatore i metri.

Lungo l'asse z (asse longitudinale del paziente) troviamo il gradiente di selezione di strato;

Lungo l'asse x (asse latero-laterale del paziente) abbiamo il gradiente della codifica di frequenza;

Lungo l'asse y (asse antero-posteriore del paziente) abbiamo il gradiente di codifica di fase.

Dunque modificando localmente il campo magnetico modificheremo la frequenza di precessione di ogni singolo nucleo di idrogeno; in ogni punto spaziale i nuclei di idrogeno saranno distinti e di conseguenza anche il segnale rilasciato.

I 3 gradienti hanno localizzato un segnale, a cui saranno attribuite determinate coordinate spaziali; nel caso in cui il paziente dovesse respirare e subito dopo continuiamo ad acquisire segnale, il secondo segnale che andremo a leggere è magari lo stesso segnale della stessa struttura ma che per effetto del movimento si trova in una diversa posizione.

A questo punto la decodifica del segnale non sarà più altamente specifica perché della stessa regione, della stessa sezione, sono state acquisite coordinate diverse per lo stesso segnale.

Di conseguenza non sapendo come e dove deve essere collocato spazialmente il segnale, la macchina non fa altro che riproporlo in maniera ciclica, continuamente, generando un tipico aspetto striato iper o ipo intenso nelle immagini della sequenza artefattata.

Queste anomalie nelle immagini sono appunto definite ghost o artefatti da movimento.

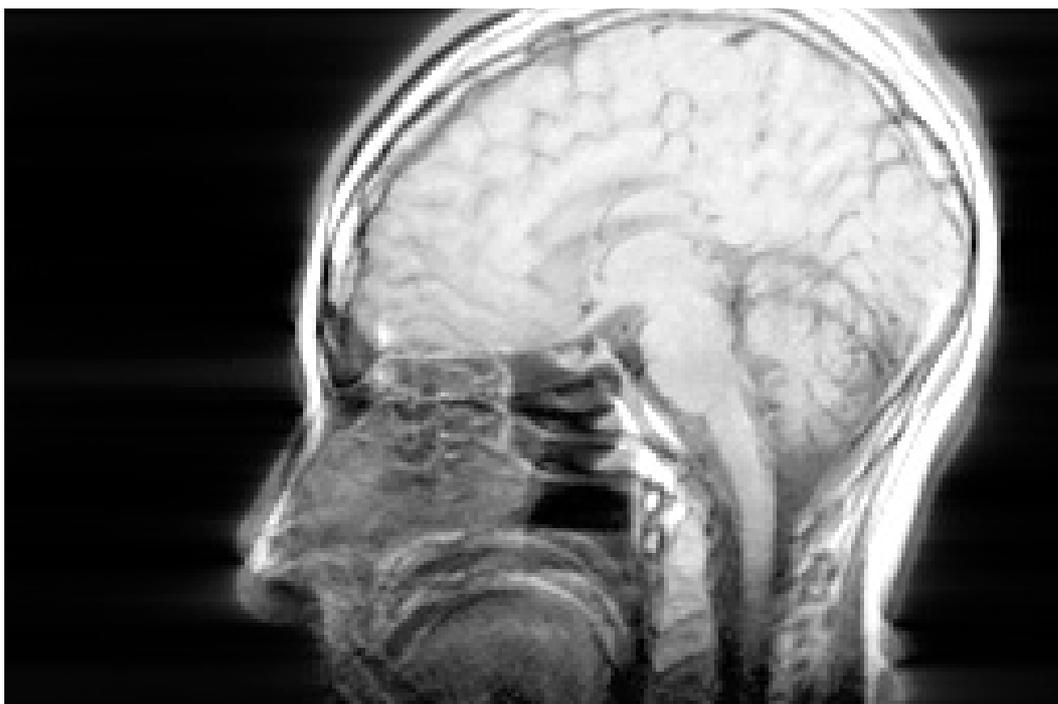
Questi artefatti si propagano solo lungo la direzione della fase. La fase si posiziona sulla dimensione più piccola per poter ridurre le linee di fase e di conseguenza il tempo di acquisizione della sequenza.

Se la fase è in antero-posteriore gli artefatti si propagano in antero-posteriore. Se la direzione della fase fosse stata latero-laterale i ghost si propagherebbero nell'altra direzione.

Dobbiamo fare in modo di correggere questi artefatti, fare in modo che questi non ci siano nell'immagine.

Questi sono necessariamente da evitare in quanto rendono illeggibile l'immagine e le componenti anatomiche in essa.

Di conseguenza è necessario ripetere le immagini di scansione per chiarezza e completezza, il tempo necessario al completamento dell'esame aumenta e, nel peggiore dei casi, i pazienti che manifestano gravi reazioni negative durante la risonanza magnetica scelgono di terminare l'esame prima del completamento delle sequenze previste dal protocollo di studio.



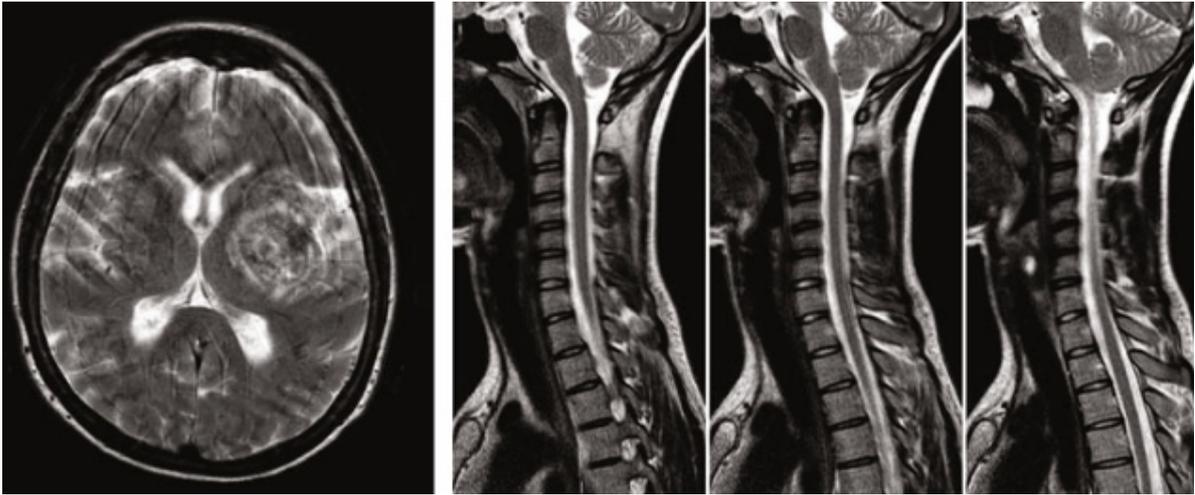
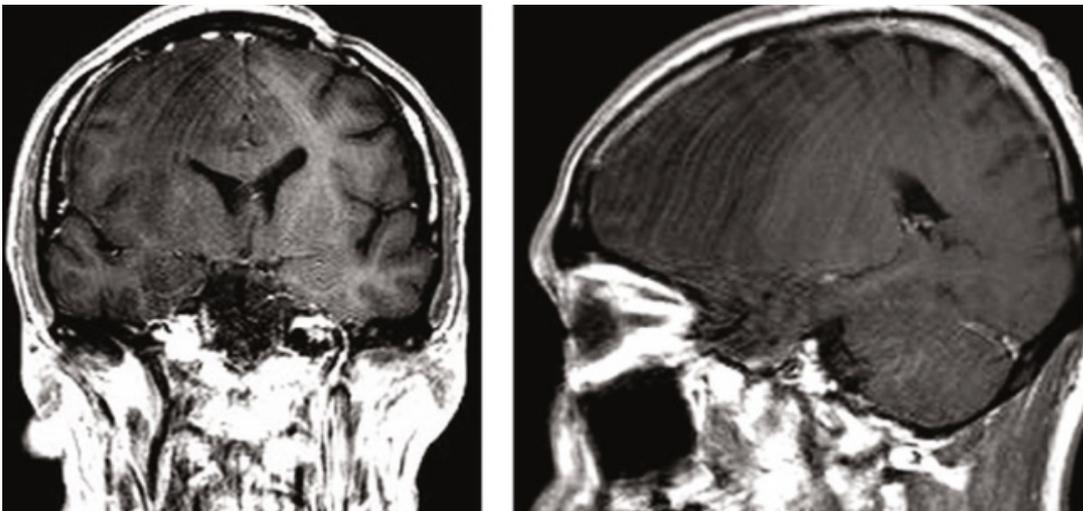


Immagine 4: Esempi di artefatti da movimento del distretto encefalico-rachideo

Sopra vediamo esempi di artefatti da movimento. A sinistra, movimenti involontari del capo provocano strie ipo-iperintense lungo l'asse di codifica di fase. A destra, movimenti del collo durante acquisizione sagittale di colonna cervicale. Anche i movimenti liquorali endo-canalari o movimenti legati alla deglutizione, in alcune sequenze, possono essere fonte di fastidiosi artefatti che vanno a sovrapporsi al midollo spinale.



**IMMAGINE 5**

Nell'immagine 5 vediamo un artefatto da movimento di un paziente non collaborante, in una sequenza post iniezione di MDC. Molto evidenti sono le bande che replicano sul parenchima encefalico le zone di bordo a elevato segnale lungo l'asse di codifica di fase rendendo l'immagine non leggibile. È dunque chiaro che molti pazienti reagiscono negativamente alla risonanza e ciò interferisce a sua volta con il completamento e con il successo della procedura.

## CAPITOLO 2

### Musica traslazionale

#### 2.1 La musicoterapia:

La World Federation of Music Therapy ha dato nel 1996 una definizione di musicoterapia: “La musicoterapia è l'uso della musica e/o degli elementi musicali (suono, ritmo, melodia e armonia) da parte di un musicoterapeuta qualificato, con un utente o un gruppo, in un processo atto a facilitare e favorire la comunicazione, la relazione, l'apprendimento, la motricità, l'espressione, l'organizzazione e altri rilevanti obiettivi terapeutici al fine di soddisfare le necessità fisiche, emozionali, mentali, sociali e cognitive. La musicoterapia mira a sviluppare le funzioni potenziali e/o residue dell'individuo in modo tale che questi possa meglio realizzare l'integrazione intra- e interpersonale e consequenzialmente possa migliorare la qualità della vita grazie a un processo preventivo, riabilitativo o terapeutico.”

Questa definizione è stata modificata a seguito dei lavori del 13° congresso mondiale tenutosi a Seul nel 2011:

“La Musicoterapia è l'uso professionale della musica e dei suoi elementi come intervento in ambienti medici, educativi e sociali con individui, gruppi, famiglie o comunità che cercano di ottimizzare la loro qualità di vita e migliorare la salute e il benessere fisico, sociale, comunicativo, emotivo, intellettuale e spirituale. Ricerca, pratica, educazione e formazione clinica in musicoterapia sono basati su standard professionali in relazione ai contesti culturali, sociali e politici.”

In quest'ottica, la musicoterapia viene vista come musica che cura, volta ad alleviare dolori fisici e psichici dei pazienti che vengono trattati.

Lo stesso concetto viene espresso dalla musica del Dott. Emiliano Toso, biologo molecolare e pianista, compositore di numerosi brani raccolti in quella che lui stesso ha definito “Traslational Music”.

## **2.2 Traslational Music:**

Il M. Toso definisce la sua musica come “un mare di cellule sotto un cielo di musica” in quanto con la sua ricerca sta cercando di dimostrare gli influssi benefici di questa particolare tipologia di musica a livello cellulare.

La caratteristica principale di questa musica riguarda l'accordatura degli strumenti con cui viene suonata. Infatti tutti gli strumenti vengono accordati con il LA a 432 Hz.

## **2.3 Cosa è l'accordatura a 432 Hz: frequenza naturale, accordatura aurea.**

Con il termine accordare, nel linguaggio musicale, si intende ridurre a intonazione voluta o giusta uno strumento musicale secondo determinati intervalli e rapporti.

In particolare l'accordatura prevede un corretto intervallo tra tutte le corde dello strumento. Per fare ciò si agisce sulla frequenza di risonanza delle varie corde: per aumentare la frequenza si tende la corda; viceversa, si allenta per diminuirla.

Un'accordatura definita standard è quella che prevede il posizionamento del LA centrale della tastiera alla frequenza standard di 440 Hz, controllata facendo risuonare un diapason, strumento costituito da una barra di acciaio a forma di U sostenuta da un manico, anche esso di acciaio. Lo strumento, quando percosso, vibra a una frequenza di 440 Hz; le vibrazioni vengono misurate in Hertz (Hz) che è l'unità di misura della frequenza di oscillazione nei fenomeni periodici.

A questa stessa frequenza (440 Hz) viene accordato il La centrale del pianoforte. A differenza dell'accordatura standard, la musica a 432 Hz sembra essere coerente con le leggi dell'universo, sembra propagarsi nel corpo in modo naturale trasmettendo sensazioni di energia e tranquillità, dimostrando effetti benefici su chi la ascolta. Lo strumento del M. Emiliano Toso viene accordato ad una diversa frequenza, in particolare la frequenza in questione è 432 Hz.

Emiliano Toso è un Biologo Cellulare e Musicista Compositore a 432Hz.

Dopo la laurea in Scienze Biologiche nel 1998, nel 2008 consegue il dottorato in Biologia Umana presso l'Università di Torino con specializzazione in basi molecolari e cellulari. Intraprende così un'importante carriera scientifica che lo porterà a lavorare per 16 anni come Associate Director responsabile del gruppo di Biologia Molecolare presso la Merck-Serono nel set up di metodi approvati da FDA ed EMA. Accanto a questa sua ricerca scientifica, coltiva contestualmente una profonda ricerca di crescita personale e la sua passione per la musica e per la composizione. Nel 2013 Emiliano Toso stravolge la sua vita realizzando un sogno: incide il suo primo album: Translational Music®.

Questo album che inizialmente doveva essere un auto-regalo inizierà a diffondersi sempre più divenendo un vero e proprio progetto di integrazione tra Biologia e Musica a 432Hz.

Supportato ed affiancato dal Dott. Bruce Lipton, da questo momento inizierà ad essere invitato in tutto il Mondo come relatore a conferenze internazionali per tenere concerti che integrano scienza e musica. La sua attività di biologo/musicista compositore lo porterà negli anni a viaggiare in Italia ed all'Estero coinvolgendo ogni anno migliaia di persone, aprendo convegni di personaggi di spicco internazionale quali Bruce Lipton, Gregg Braden, Donald Walsch, il Dott. Franco Berrino, Deepak Chopra e molti altri. Traducendo le vibrazioni universali e favorendo il benessere fisico ed emozionale, le sue composizioni sono utilizzate in centri olistici, in laboratori di ricerca scientifica quali l'istituto Marques di Barcellona, ed ospedali come il San Raffaele di Milano, il Bambin Gesù, il San Camillo ed il Gemelli di Roma.

#### **2.4 Benefici dimostrati della musica a 432 Hz.**

Recenti studi hanno dimostrato numerosi benefici della musica a 432 Hz rispetto alla musica standard, con accordatura a 440 Hz; in particolare la frequenza standard viene comunque percepita dal nostro emisfero cerebrale destro, dominante per le funzioni emotive, ma l'impatto delle onde sonore musicali alla frequenza

di 432 Hz si amplifica notevolmente e tutte le cellule del nostro corpo iniziano a risuonare a questa stessa frequenza.

Da un punto di vista fisiologico si provoca il rilascio di determinati ormoni, come dopamina e adrenalina le quali a loro volta sono responsabili del rilascio di endorfine e encefaline.

Il risultato di tutto il processo è la riduzione del battito cardiaco, la riduzione della pressione arteriosa, la riduzione dello stress e ancora, più in generale, l'aumento della produzione degli anticorpi, con miglioramento della qualità del sonno, con maggiore serenità a livello cellulare e quindi con un investimento generale sulla qualità della vita.

Per tale motivo abbiamo deciso di utilizzare le musiche del maestro Emiliano Toso, sperando che questi effetti si verifichino anche sui pazienti che si sottopongono a Risonanza Magnetica.

Nel nostro studio, valuteremo gli effetti della musica in generale nei pazienti che la ascolteranno confrontandola con un gruppo di pazienti che non ascolterà alcun tipo di musica durante l'esame. Oltre a ciò abbiamo voluto correlare due tipologie di musica: quella 432 Hz con quella a 440 Hz in quanto numerosi studi hanno dimostrato la maggiore efficacia di questa particolare frequenza.

Per tale motivo, oltre ad utilizzare le musiche del M.Toso, abbiamo pensato di far ascoltare ad un ulteriore gruppo di pazienti, la sonata K.448 di W.A.Mozart, eseguita con pianoforte accordato in modo standard, a 440 Hz.

In accordo con il M.Toso abbiamo scelto proprio questa sonata di Mozart per un recente studio presentato alla International Conference on Mental Health del 2017 a Cambridge. Lo studio, condotto dall'Unità di ricerca dell'Istituto Serafico di Assisi, coordinata dal direttore sanitario Sandro Elisei, ha dimostrato che, nei soggetti affetti da epilessia farmaco-resistente e disabili, l'ascolto della sonata K. 448 di Mozart riduce del 21% delle crisi epilettiche in 1 paziente su 2.

Per tale motivo abbiamo scelto di utilizzare questo brano musicale e di confrontarlo con le composizioni del M. Toso in quanto sono stati dimostrati effetti positivi con entrambe le accordature ma numerosi studi sostengono il maggiore giovamento con un' accordatura a 432 Hz.

Riporto uno degli studi che abbiamo considerato a sostegno di tale tesi: questo riguarda la valutazione dei parametri vitali di pazienti che sono stati sottoposti all'ascolto di due tipologie di brani, identici, riprodotti a frequenze diverse; i parametri vitali valutati furono: pressione sanguigna sistolica, e diastolica, pressione media e frequenza cardiaca.

“Music Tuned to 440 Hz Versus 432 Hz and the Health Effects: A Double-blind Cross-over Pilot Study”<sup>1</sup>:

L'obiettivo dello studio era identificare le differenze nei parametri vitali e nelle percezioni dopo aver ascoltato musica a frequenze diverse, 440 Hz contro 432 Hz.

È uno studio pilota cross-over condotto in un ambiente specifico, una stanza dedicata all'ascolto della musica, in una città italiana.

Hanno partecipato 33 volontari, non affetti da patologie acute e/o croniche. I 33 volontari hanno preso parte a due sessioni di ascolto musicale in giorni diversi. Entrambe le sessioni hanno utilizzato la stessa musica (colonne sonore dei film) ma sono state sintonizzate su 440 Hz un giorno e 432 Hz l'altro. Ogni sessione consisteva in 20 minuti di ascolto.

Le principali misure di outcome valutate sono state: parametri vitali (pressione sanguigna, frequenza cardiaca, frequenza respiratoria, saturazione di ossigeno), percezioni (sensazioni fisiche ed emotive, ad esempio affaticamento e stress), livelli di concentrazione durante la sessione di ascolto e soddisfazione generale per l'esperienza.

Analizzando i risultati dell'esperimento è emerso che alla musica sintonizzata a 432 Hz è stata associata a una leggera diminuzione dei valori medi (sistolica e diastolica) della pressione sanguigna (sebbene non significativa), una marcata diminuzione della media della frequenza cardiaca (-4,79 bpm,  $p = 0,05$ ) e una leggera diminuzione dei valori medi della frequenza respiratoria (1 ra,  $p = 0,06$ ), rispetto a 440 Hz. I soggetti erano più concentrati sull'ascolto della musica e più

---

<sup>1</sup> Calamassi D, Pomponi GP. Music Tuned to 440 Hz Versus 432 Hz and the Health Effects: A Double-blind Cross-over Pilot Study. Explore (NY). 2019 Jul-Aug;15(4):283-290. doi: 10.1016/j.explore.2019.04.001. Epub 2019 Apr 6. Erratum in: Explore (NY). 2020 Jan - Feb;16(1):8. PMID: 31031095.

generalmente soddisfatti dopo le sessioni in cui hanno ascoltato musica sintonizzata a 432 Hz.

Conclusioni: i dati suggeriscono che la musica sintonizzata a 432 Hz può ridurre la frequenza cardiaca di più di 440 Hz. I risultati dello studio suggerivano di ripetere l'esperimento con un pool di campioni più ampio e di introdurre studi randomizzati controllati che coprano più parametri clinici.

Un altro studio che abbiamo considerato, dello stesso tipo, riguarda pazienti con lesioni spinali e la relazione che c'è tra l'ascolto di musica a diverse frequenze e la qualità del sonno in pazienti paraplegici e tetraplegici:

“Music tuned to 432 Hz versus music tuned to 440 Hz for improving sleep in patients with spinal cord injuries: a double-blind cross-over pilot study”<sup>2</sup>

Tra le persone con lesioni del midollo spinale, i disturbi del sonno sono considerati una delle massime priorità per il benessere. Alcuni studi suggeriscono che l'ascolto della musica favorisce il sonno e ne migliora la qualità. Questi studi usavano solitamente musica standardizzata alla frequenza di 440 Hz. Lo scopo del presente studio è confrontare gli effetti dell'ascolto di musica sintonizzata a 440 Hz e musica sintonizzata a 432 Hz sul sonno in pazienti con lesioni del midollo spinale.

Studio pilota cross-over in una singola unità spinale italiana. A 12 pazienti con lesioni spinali sono stati forniti lettori mp3 caricati con la loro musica preferita sintonizzata a 440 Hz o 432 Hz. Sono stati invitati ad ascoltare musica per 30 minuti ogni giorno, nei due periodi dello studio. Sono state scelte la “Sleep Scale for Medical Study” modificata per questo studio e la “Perceived Stress Scale”. I partecipanti erano otto maschi (età media = 58,12, SD ± 13,62) e quattro femmine (età media = 56,25, SD ± 14,17). Cinque erano tetraplegici e sette paraplegici. I tempi di ascolto e i periodi di wash-out erano variabili. I risultati hanno mostrato che lo stress è diminuito, ma non in modo significativo, con l'ascolto di musica ad entrambe le frequenze. Dopo aver ascoltato musica a 432 Hz c'è stato un miglioramento significativo nei punteggi del sonno (+3,6, p=0,02), mentre

---

<sup>2</sup> <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33263352/>

non c'è stato alcun miglioramento nei punteggi del sonno ascoltando musica a 440 Hz (-1,50, p=0,34). Di conseguenza i risultati suggeriscono che dovrebbero essere eseguiti ulteriori studi sugli interventi musicali a 432 Hz. È consigliabile aumentare le dimensioni del campione e utilizzare una gamma di metodi di ricerca diversi.

Terzo esempio che porto a sostegno della mia tesi è uno studio eseguito su pazienti sottoposti ad interventi ortodontici: i pazienti sottoposti a questo trial clinico sono stati anch'essi divisi in tre gruppi; anche in questo caso alcuni hanno ascoltato musica a 432 Hz ed altri musica a 440 Hz, altri non hanno ascoltato musica di alcun genere. Durante l'intervento chirurgico, sono stati prelevati campioni di saliva ai pazienti e in essi sono stati valutati i livelli di cortisolo.

Come molti sostengono, interventi di chirurgia dentale possono essere particolarmente stressanti per i pazienti e causare stati d'ansia. Il cortisolo (o idrocortisone) è un ormone prodotto dalle ghiandole surrenali, più precisamente dalla zona fascicolata della loro porzione corticale. È un ormone steroideo derivante dal colesterolo e molto spesso viene associato allo stress in quanto viene rilasciato dall'ipofisi sotto determinati stimoli. La sua azione principale consiste nell'indurre un aumento della glicemia.

Riporto una breve sintesi dello studio<sup>3</sup>:

“Effect of music at 432 Hz and 440 Hz on dental anxiety and salivary cortisol levels in patients undergoing tooth extraction: a randomized clinical trial”:

Lo scopo di questo studio era confrontare gli effetti della musica a 432 Hz, 440 Hz e nessuna musica sulla percezione clinica dell'ansia e dei livelli di cortisolo salivare in pazienti sottoposti a estrazione di un dente.

È stato condotto uno studio clinico randomizzato a gruppi paralleli. Quarantadue pazienti (età media: 23,8±7,8 anni, 27 donne) con un livello di ansia moderato sono stati distribuiti in tre gruppi: uso della musica per 15 minuti alla frequenza di 432 Hz (n=15), a 440 Hz (n=15) e un gruppo di controllo senza musica (n=12). La CORAH Dental Anxiety Scale e i livelli di cortisolo salivare, stimati

---

<sup>3</sup> <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32401941/>

dal saggio di immunoassorbimento enzimatico in fase solida (ELISA), sono stati misurati e confrontati prima e dopo l'intervento musicale tra i gruppi (ANOVA-Tukey a due vie  $p < 0,05$ , RStudio).

Sono stati osservati valori di livello di ansia significativamente più bassi a 432 Hz ( $8,7 \pm 2,67$ ) e 440 Hz ( $8,4 \pm 2,84$ ) rispetto al gruppo di controllo ( $17,2 \pm 4,60$ ;  $p < 0,05$ ). Il livello di cortisolo salivare a 432 Hz ( $0,49 \pm 0,37$   $\mu\text{g/dL}$ ) era significativamente inferiore a 440 Hz ( $1,35 \pm 0,69$   $\mu\text{g/dL}$ ) e al gruppo di controllo ( $1,59 \pm 0,7$   $\mu\text{g/dL}$ ;  $p < 0,05$ ).

Dunque, l'uso della musica ha ridotto significativamente i livelli di ansia clinica e la frequenza di 432 Hz è stata efficace nel ridurre i livelli di cortisolo salivare prima dell'estrazione del dente.

## **CAPITOLO 3**

### **MATERIALI E METODI:**

Lo studio è stato condotto su 60 soggetti di età maggiore a 18 anni, afferenti al Dipartimento di Scienze Radiologiche dell'Azienda Ospedaliero Universitaria Ospedali Riuniti di Ancona - Università Politecnica delle Marche tra Giugno 2021 e Settembre 2021, per eseguire indagini RM del distretto encefalo-rachideo in regime ambulatoriale (esterni o post-ricovero) sulla apparecchiatura RM Philips Achieva 1,5 T, dotata di cuffie e della possibilità di somministrare musica durante l'esecuzione dell'indagine.

Dopo aver letto attentamente una informativa riguardante scopi e descrizione dello studio il soggetto aveva la possibilità di essere incluso nello studio firmando il modulo di consenso informato e l'autorizzazione al trattamento dei dati personali (vedi modulo di consenso informato)

I 60 pazienti che hanno aderito, utilizzando un apposito modulo di randomizzazione precompilato, sono stati inclusi in tre gruppi:

I 20 pazienti del gruppo 1 non hanno ascoltato alcun tipo di musica in cuffia durante l'esame;

I 20 pazienti del gruppo 2 hanno ascoltato la Sonata di Mozart K448 alla frequenza di 440 Hz;

I 20 pazienti del gruppo 3 hanno ascoltato la musica traslazionale del M.Emiliano Toso in cuffia durante l'esame.

L'assegnazione al gruppo è stata di tipo randomizzato sulla scorta del numero progressivo (da 1 a 60) assegnato al momento dell'arruolamento (vedi schema randomizzazione dei pazienti 1-29).

**CONSENSO INFORMATO ALLA PARTECIPAZIONE DELLO STUDIO:  
“L’influenza della musica in cuffia in soggetti sottoposti ad indagini di  
Risonanza Magnetica.”**

**INFORMATIVA PER IL PAZIENTE:**

La Risonanza Magnetica è una metodica diagnostica che utilizza campi magnetici ed onde elettromagnetiche a radiofrequenza.

In questo studio clinico, sperimentale, no profit, di tipo non interventistico, vogliamo valutare le sensazioni e gli stati d’animo di soggetti sottoposti ad un’indagine diagnostica di risonanza magnetica in ambito neuroradiologico.

Il nostro studio si propone di includere i soggetti maggiorenni che afferiranno presso il nostro centro tra luglio 2021 e settembre 2021 per eseguire, in regime ambulatoriale, indagini RM del distretto encefalo-rachideo.

Ai pazienti che decideranno di partecipare saranno poste delle cuffie durante l’esecuzione dell’esame. In maniera randomizzata, alcuni non ascolteranno in cuffia musica di alcun genere, altri ascolteranno musica classica, altri ancora ascolteranno musica di tipo traslazionale (432 Hz).

Al termine dell’indagine, si chiederà al paziente di compilare un questionario, formulato dai colleghi del Dipartimento di Psicologia del nostro nosocomio, volto a indagare le sensazioni provate durante l’esame.

**ESPRESSIONE ED ACQUISIZIONE DEL CONSENSO INFORMATO**

Il sottoscritto/a \_\_\_\_\_  
nato il \_\_\_\_\_

**DICHIARA**

Di essere stato informato in modo esauriente e comprensibile circa l’indicazione, l’utilità, le modalità di esecuzione dello studio.

ACCETTO di sottopormi allo studio proposto

NON ACCETTO di sottopormi allo studio proposto

Firma

# Foglio delle RANDOMIZZAZIONI

NUMERO PROGRESSIVO	GRUPPO 1	GRUPPO 2	GRUPPO 3
1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
13	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
14	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
17	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
18	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
22	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
25	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
26	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
27	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
28	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
29	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	9	10	10

SCHEMA DI RANDOMIZZAZIONE (1-29)

I partecipanti allo studio sono stati estratti da un campione di convenienza (N = 60) selezionati dalle liste giornaliere dei programmi di RM;

Sono stati considerati criteri di esclusione dallo studio (a) incapacità ad ascoltare la musica (b) sedazione, o assunzione di ansiolitici nelle ore precedenti l'indagine RM. Si è anche deciso di escludere tutti i soggetti che non avrebbero portato a termine la compilazione del questionario.

2 pazienti hanno rifiutato di prendere parte al progetto, 13 individui hanno soddisfatto i criteri di esclusione e non sono stati ammessi allo studio.

Al termine dell'indagine, si è chiesto al paziente di compilare un questionario volto a indagare le sue sensazioni durante l'indagine, formulato dai colleghi del Dipartimento di Psicologia del nostro nosocomio.

### **3.1 QUESTIONARIO**

Tutto lo studio è basato sulla valutazione degli stati di ansia dei pazienti che si sottopongono a una risonanza magnetica dell'encefalo o della colonna.

Per tale motivo è stata necessaria la collaborazione con il Dipartimento di Psicologia clinica del nostro nosocomio.

Come già detto, la claustrofobia e il senso di costrizione dentro alle bobine al centro del magnete, la paura di una diagnosi imminente, il rumore causato dagli impulsi a radiofrequenza, sono tutti fattori determinanti ansia nei pazienti.

Ciò comporta notevoli difficoltà non solo al paziente ma anche agli operatori:

I pazienti che manifestano gravi reazioni negative durante la risonanza magnetica scelgono di terminare le scansioni prima che siano terminate.

Uno studio del 2008 (Katznelson et al.) ha rilevato che il 14% dei pazienti non è stato in grado di completare la risonanza magnetica a causa della grave ansia provocata dallo spazio ristretto.

Oltre a questo dato, sappiamo che il 13% dei pazienti ha riferito di aver avuto attacchi di panico durante la risonanza magnetica (McIsaac, Thordarson, Shafran, Rachman e Poole, 1998).

Ancora, altri studi hanno dimostrato che il 14% dei pazienti valutati ha richiesto la sedazione per completare la risonanza magnetica (Murphy & Brunberg, 1997).

Quando invece non si considera la claustrofobia come agente impattante principale e si misura il livello di ansia nei pazienti separatamente dalla claustrofobia, il 25% dei pazienti intervistati ha dichiarato di mostrare livelli di ansia da moderata a grave (McIsaac et al., 1998).

Un articolo del 2010, "Effect of Live Music Therapy for Patients Undergoing Magnetic Resonance Imaging", di Darcy D. Walworth al The Florida State University, ha riportato moltissimi studi eseguiti in merito:

Da questi studi si è evinto che le paure più comunemente riscontrate legate all'ansia durante la risonanza magnetica sono la paura del soffocamento, la mac-

china che causa danni al paziente e il paziente che perde il controllo (Thorpe et al., 2008). Tra i pazienti che non sono in grado di completare una risonanza magnetica a causa della claustrofobia, l'incidenza più alta si verifica per le scansioni della testa e dei pazienti in posizione supina (Eshed, Ahhoff, Hamm, & Hermann, 2007; McIsaac et al., 1998; Murphy & Brunberg, 1997).

Inoltre, il numero di artefatti di movimento riscontrati nelle scansioni MRI dei pazienti è direttamente correlato a una specifica forma di ansia derivante dalla preoccupazione per l'apparato tecnico stesso; come già detto le bobine di superficie, soprattutto per l'encefalo, possono determinare un forte senso di costrizione per i pazienti.

È dunque chiaro che molti pazienti reagiscono negativamente alla risonanza e ciò interferisce a sua volta con il completamento e con il successo della procedura, di conseguenza conoscere le aree più probabili che producono ansia per i pazienti sottoposti a risonanza magnetica informerà meglio le interazioni paziente-personale per ridurre l'ansia del paziente. Sono stati studiati diversi metodi per ridurre l'ansia del paziente e aumentare la qualità dell'immagine della risonanza magnetica, tra cui spray nasale ansiolitico (agente ansiolitico), desensibilizzazione sistematica, ipnosi, esposizione immaginativa graduale alla risonanza magnetica, distrazione della realtà virtuale, rilassamento e visualizzazione (Chandler, 1996; Evers, 1999; Garcia-Palacios, Hoffman, Richards, Seibel e Sharar, 2007; Tschirch et al., 2008). È interessante notare che una riduzione del rumore del 97% dallo scanner MRI (inferiore a 99 dB) ha ridotto il numero di eventi claustrofobici del paziente di un fattore 3 (Dewey, Schink e Dewey, 2007).

I pazienti si lamentano comunemente del volume della macchina per la risonanza magnetica durante la scansione, anche se molte strutture forniscono ai pazienti cuffie antirumore da indossare durante la procedura.

La teoria secondo cui la musica può avere successo nel ridurre l'ansia del paziente e aumentare la percezione dell'esperienza della procedura di risonanza magnetica è fondata sui recenti risultati della ricerca neuroscientifica sul piacere e sul dolore (Leknes & Tracey, 2008). Il Modello Motivazione-Decisione del dolore afferma che uno stimolo con un'importanza maggiore del dolore suscita effetti

antinocicettivi nel cervello, con conseguente riduzione della sensibilità della persona agli stimoli dolorosi. Quando uno stimolo doloroso e uno stimolo piacevole vengono sperimentati contemporaneamente, entrambi gli eventi vengono elaborati. Se i benefici dello stimolo piacevole superano i costi percepiti, ignorare lo stimolo doloroso consente a una persona di raccogliere i benefici del piacere. Quando lo stimolo riesce a ripristinare l'omeostasi o l'equilibrio di una persona, il valore della ricompensa dello stimolo aumenta simultaneamente. Nel caso della musica dal vivo che coadiuva la risonanza magnetica del paziente, la musica è lo stimolo piacevole che aiuta a riportare i pazienti in uno stato di equilibrio. Quando un paziente si concentra sullo stimolo musicale anziché sulla macchina per la risonanza magnetica, il valore di ricompensa della musica aumenta. Ciò consente al paziente di completare con successo la procedura, invece di diventare più ansioso man mano che la scansione progredisce. Un altro fenomeno interessante che potrebbe essere all'opera in questa situazione è l'aspettativa dell'effetto del trattamento. Se i pazienti si aspettano di godersi la musica dal vivo, può essere prodotta un'analgesia legata al piacere.

Ciò che costituisce uno stimolo di ricompensa è molto individualizzato. Il significato personale associato a uno stimolo di ricompensa determina quanto beneficio un individuo riceverà da quello stimolo.

Ciò supporta l'uso della musica preferita dal paziente negli interventi di musicoterapia che hanno già un significato associato a canzoni e generi musicali.

Un altro studio si è invece concentrato molto meno sulla claustrofobia e di più sull'influenza che il rumore ha nei pazienti:

“Impact of Acoustic Noise Reduction on Patient Experience in Routine Clinical Magnetic Resonance Imaging

Elisabeth Sartoretti, Thomas Sartoretti Michael Wyss Luuk van Smoorenburg Barbara Eichenberger Steven van der Duim, 2020”.

Abbiamo già detto che l'elevata intensità del rumore acustico può portare a nervosismo e le dimensioni ridotte degli scanner possono rappresentare una sfida per i pazienti claustrofobici. Pertanto, c'è un notevole interesse nel migliorare il comfort del paziente durante gli esami di risonanza magnetica. Il rumore acustico non

è solo considerato uno dei fattori più importanti che porta a disagio, ma potrebbe anche rappresentare un notevole rischio per la salute poiché il livello di rumore emesso dalla macchina può superare i 120 dB, portando potenzialmente a danni all'udito.

Abbiamo anche detto che il rumore acustico durante gli esami di risonanza magnetica deriva principalmente dal sistema di bobine a gradiente. Mentre le ottimizzazioni hardware possono consentire la riduzione del livello di rumore attraverso il filtraggio, le soluzioni software sono volte all'ottimizzazione dei parametri di sequenza e sono molto più pratiche.

Pertanto, vari fornitori hanno recentemente sviluppato soluzioni software per la riduzione del rumore acustico che possono essere implementate senza sforzo in varie sequenze e protocolli di risonanza magnetica.

Lo studio sopracitato si è proposto di analizzare la riduzione dell'impatto rumoroso utilizzando dei software appositi.

In questo studio prospettico è stato valutato l'impatto della riduzione del rumore acustico nella risonanza magnetica sull'esperienza soggettiva del paziente come endpoint primario e sulla qualità dell'immagine soggettiva come endpoint secondario. Lo studio mostra che il disagio causato dal rumore acustico può essere notevolmente ridotto applicando un software di riduzione del rumore acustico senza compromettere la qualità dell'immagine; infatti, si è notato che con la riduzione del rumore acustico questi pazienti hanno avvertito un disagio significativamente inferiore.

Questo è stato possibile analizzando i dati dei pazienti acquisiti mediante un questionario a risposta multipla soggettivo; le domande erano:

“quale è stata la parte più difficile o poco confortevole durante l'esame RM?”

- (0): dimensioni strette del bore;
- (1): l'immobilità da mantenere;
- (2): rumore;
- (3): durata dell'esame;
- (4): temperatura;
- (5) altro;



AZIENDA OSPEDALIERO-UNIVERSITARIA  
Ospedali Riuniti "Umberto I – G.M. Lancisi – G. Salesi"  
**S.O.S. PSICOLOGIA OSPEDALIERA**

Responsabile: Dott.ssa Oriana Papa

oriana.papa@ospedaliriuniti.marche.it

Tel: 071 596 3306

Via Conca, 71 – 60030 Torrette, Ancona

**QUESTIONARIO SULL'ESPERIENZA SOGGETTIVA DELL'ESAME DI RISONANZA MAGNETICA**

Gentile utente, questo è un elenco di affermazioni che si riferisce all'esame di risonanza magnetica appena concluso. Siamo interessati a conoscere il suo punto di vista rispetto agli stati d'animo che potrebbe aver provato, nel corso dell'esame radiologico. Non ci sono risposte 'giuste' o 'sbagliate'. Cerchi di rispondere nel modo più sincero possibile. Considereremo le sue risposte confidenziali e saranno trattate in forma anonima. Può compilare i dati anagrafici inserendo solo le sue iniziali.

Si prenda tutto il tempo necessario per leggere attentamente ogni affermazione, ed esprimere il suo grado di accordo per ognuna delle frasi riportate su una scala che va da 1 a 4, dove 1 sta per 'per nulla' e 4 sta per 'moltissimo' ponendo una crocetta nella casella corrispondente. Scegli la risposta che la descrive nel modo migliore.

Non le porterà via più di qualche minuto nel complesso.

La ringraziamo per la sua preziosa collaborazione.<sup>1</sup>

Iniziali Nome e Cognome \_\_\_\_\_

Data di nascita \_\_\_\_\_

Genere: M [ ] F [ ]

Titolo di Studio: \_\_\_\_\_

Ha mai suonato uno strumento o studiato musica? SI [ ] NO [ ]

		PER NULLA	POCO	ABBASTANZA	MOLTISSIMO	Punt.
		1	2	3	4	
1	Mi sono sentito calmo					
2*	Mi sono sentito a disagio					
3*	Mi sono sentito teso					
4	Mi sono sentito tranquillo					
5*	Mi sono sentito turbato					
6*	Ho avuto pensieri negativi					
7*	Sono stato infastidito dal rumore					
8*	Mi sono sentito sotto pressione					
9*	Mi sono sentito chiuso					
10*	Ho sentito che mi mancava l'aria					
11*	Ho sentito il cuore battere forte					
12*	Sentivo un forte impulso a fuggire via					
13*	Mi sono sentito preoccupato per l'esito dell'esame					
14	Mi sono sentito rilassato					
15	Sommariamente è stata un'esperienza gradevole					

Totale: \_\_\_\_\_

Referenti SOS Psicologia: Dott.ssa Oriana Papa, Dott.ssa Luciana Lo Bianco

**QUESTIONARIO SULL'ESPERIENZA SOGGETTIVA DELL'ESAME DI RISONANZA MAGNETICA**

Prendendo spunto da questi studi, le Dott.sse Oriana Papa e Luciana Lo Bianco, della S.O.S di Psicologia Ospedaliera dell'azienda ospedaliero-universitaria Ospedali Riuniti di Ancona, hanno formulato un questionario che ci ha consentito di quantificare la gradevolezza dell'esperienza diagnostica.

Il questionario è stato compilato dai pazienti che hanno aderito allo studio subito dopo il termine delle scansioni.

Le risposte sono state trattate in modo confidenziale e in forma anonima.

È un questionario che si basa su una scala di misurazione soggettiva; non c'è un punteggio di cut-off che abbiamo preso come riferimento.

Il paziente ha risposto alle 15 affermazioni del questionario apponendo crocette nelle apposite caselle. La scala di gradimento va da 1 a 4 dove 1 sta "per nulla" e 4 sta per "moltissimo".

Le affermazioni sono le seguenti:

Mi sono sentito calmo;

\*Mi sono sentito a disagio;

\*Mi sono sentito teso;

Mi sono sentito tranquillo;

\*Mi sono sentito turbato;

\*Ho avuto pensieri negativi;

\*Sono stato infastidito dal rumore;

\*Mi sono sentito sotto pressione;

\*Mi sono sentito chiuso;

\*Ho sentito che mi mancava l'aria;

\*Ho sentito il cuore battere forte;

\*Sentivo un forte impulso a fuggire via;

\*Mi sono sentito preoccupato per l'esito dell'esame;

Mi sono sentito rilassato;

Sommariamente è stata un'esperienza gradevole;

I pazienti hanno dato un punteggio alle loro sensazioni rispondendo in modo soggettivo.

I punteggi misurati vanno da un minimo di 15 a un massimo di 60.

Notiamo al lato delle affermazioni degli asterischi (\*). Le affermazioni che presentano tale simbologia, nel conteggio dei vari punteggi, presentano la scala dei punti invertita in quanto deve essere invertito l'indice di gradimento: maggiori sono i punteggi, più gradevole è stata l'esperienza.

I dati dei pazienti sono stati trattati in forma anonima.

Tutti i dati raccolti sono stati elaborati in tabelle excel ed è stata eseguita un'analisi di confronto tra le medie calcolate differenziando i gruppi; in particolare sono stati confrontati i dati dei pazienti che hanno eseguito l'esame in assenza di musica (gruppo 1) con i dati dei pazienti che hanno eseguito l'esame in presenza di musica (gruppo 2 e gruppo 3); inoltre, è stata effettuata un'analisi comparativa tra le due tipologie musicali: in presenza e assenza di musica.

## **CAPITOLO 4**

### **RISULTATI:**

Nel seguente capitolo vengono riportati e discussi i risultati ottenuti dallo studio, sia per quanto riguarda le operazioni di raccoglimento dati pre-processing, che, in seguito, di analisi quantitativa mediante il software di calcolo numerico excel con l'ausilio di tabelle Pivot e grafici Pivot.

#### **4.1 Raccolta dati**

I 60 pazienti arruolati allo studio, al termine della Risonanza Magnetica hanno compilato il questionario sopracitato.

Il questionario è stato compilato in totale autonomia, affinché il paziente non fosse condizionato in alcun modo.

Non potendo allegare tutti e 60 i questionari dei pazienti, i dati sono stati raccolti all'interno di due tabelle excel.

La prima tabella (vedi "TABELLA PUNTEGGI"), ci è stata di ausilio per calcolare i punteggi ottenuti dai pazienti. Come abbiamo già detto, al lato di alcune affermazioni sono presenti asterischi che indicano come deve avvenire il conteggio del punteggio (vedi pag. 34): le affermazioni presentanti "\*" sono state conteggiate con il punteggio invertito in quanto, a punteggi inferiori, è stato associato un indice di gradimento dell'esperienza inferiore e viceversa.

Sulla tabella dei punteggi sono state eseguite le medie dei punteggi dei 3 gruppi musicali affinché fosse possibile il confronto tra questi.

PAZIENTE N.	GRUPPO SPERIMENTALE	SESSO	ANNO NASCITA	ETA	TITOLO STUDIO	STUDIO STRUMENTO																
							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1		F	1993		LAUREA SI		2	1	1	2	1	2	2	2	2	1	3	3	3	1	2	20
2		M	1935		LAUREA N		4	4	3	3	4	3	2	4	4	4	3	3	2	3	3	49
3		M	1998		DIPLOMA N		3	3	4	3	4	4	2	4	4	3	1	4	4	3	3	49
4		M	1985		DIPLOMA N		3	4	4	3	4	4	4	4	3	4	3	4	2	4	4	54
5		M	1990		DIPLOMA N		2	2	2	2	2	4	1	3	4	4	4	4	1	1	1	40
6		M	1959		DIPLOMA N		3	3	3	3	3	1	4	4	4	4	4	4	4	3	2	49
7		M	1988		DIPLOMA S		3	4	4	3	4	4	3	4	2	4	3	4	2	3	3	50
8		F	1998		DIPLOMA S		4	1	1	4	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	48
9		F	1988		DIPLOMA S		2	3	3	3	2	2	2	3	3	3	2	3	3	2	3	39
10		M	1951		MEDIA N		2	2	2	2	2	4	3	4	4	3	4	4	4	2	1	43
11		M	1991		DIPLOMA S		3	3	3	3	4	3	3	3	3	4	2	3	4	3	2	46
12		M	1987		DIPLOMA N		3	4	4	3	4	4	2	4	4	4	3	3	3	3	3	51
13		F	1961		LAUREA N		3	3	3	3	3	4	3	3	3	4	4	4	3	2	1	46
14		F	1948		ELEMENT,N		2	4	2	3	3	3	2	2	1	3	4	3	2	2	2	38
15		F	2000		DIPLOMA N		3	4	3	2	3	2	2	4	3	4	4	4	2	2	2	44
16		F	1970		LAUREA N		4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4	3	55
17		F	1972		NON ESPFNON ESPR		4	4	4	1	4	4	3	4	4	4	4	4	2	4	4	54
18		F	1943		MEDIA N		4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	3	57
19		M	1969		DIPLOMA N		1	2	3	1	3	3	1	3	2	2	3	2	2	1	1	30
20		M	1980		LAUREA S		3	3	3	4	4	4	3	4	3	4	4	4	3	3	3	52
21		F	1971		DIPLOMA S		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	59
22		M	1980		LAUREA N		4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	56
23		F	1982		DIPLOMA S		3	4	3	3	3	2	4	1	1	3	4	1	3	3	41	
24		F	1957		LAUREA N		3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	2	3	49	
25		M	1959		MEDIA N		4	4	4	3	4	4	1	4	2	3	3	3	3	3	48	
26		M	1986		LAUREA N		3	3	4	4	4	2	4	2	4	4	2	4	2	2	48	
27		M	1963		DIPLOMA S		2	2	2	2	3	3	1	4	2	2	2	2	3	2	2	34
28		M	1995		LAUREA S		3	3	2	3	3	3	3	2	2	3	3	3	4	2	2	41
29		F	1988		LAUREA N		3	4	4	3	4	4	4	4	3	3	3	4	4	3	3	53
30		F	1946		MEDIA N		3	2	2	2	3	2	3	4	4	3	4	2	1	3	42	
31		F	1964		DIPLOMA N		3	4	3	3	4	4	3	4	4	4	4	3	3	1	51	
32		F	1996		NON ESPFNON ESPR		3	3	2	2	4	4	2	3	3	3	2	3	3	1	1	39
33		M	1971		DIPLOMA N		4	4	4	4	4	3	4	3	3	4	4	3	3	3	54	
34		M	1966		DIPLOMA N		3	2	4	3	4	4	1	3	4	4	4	4	3	2	2	47
35		M	1973		MEDIA S		2	4	4	3	4	1	4	1	4	4	4	4	3	1	48	
36		M	1978		DIPLOMA N		3	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	1	4	3	48
37		F	1947		ELEMENT,N		4	3	3	4	4	3	3	4	4	4	4	3	4	3	50	
38		M	1960		MEDIA N		3	4	4	3	4	4	4	4	3	3	4	4	2	3	2	51
39		F	1966		NON ESPFN		4	4	4	3	4	4	3	3	3	3	3	3	2	3	3	49
40		M	1966		MEDIA NON ESPR		3	4	4	3	3	4	1	4	3	4	3	4	3	3	3	49
41		F	1961		LAUREA N		3	4	4	3	4	4	2	4	4	4	4	4	3	2	53	
42		F	1980		LAUREA N		2	3	3	3	4	3	3	2	3	3	3	3	3	3	41	
43		M	1982		DIPLOMA N		2	3	4	2	3	3	3	3	2	2	2	3	3	2	40	
44		M	1991		LAUREA S		4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	3	56	
45		M	1993		MEDIA N		2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	3	4	2	2	36	
46		M	1990		DIPLOMA S		3	4	4	4	3	4	2	4	4	4	4	4	4	3	56	
47		F	1985		LAUREA S		3	4	3	3	4	4	3	4	3	3	4	4	3	3	51	
48		M	1999		DIPLOMA S		3	4	3	3	4	3	3	3	4	4	4	4	3	3	51	
49		F	1967		DIPLOMA N		3	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4	2	3	3	51	
50		F	1987		LAUREA S		3	4	3	3	4	4	4	3	3	4	3	3	3	3	50	
51		M	1955		DIPLOMA N		4	4	3	3	4	4	2	4	4	4	4	4	3	3	54	
52		F	2006		MEDIA N		2	3	2	2	4	3	2	2	3	2	3	4	2	2	39	
53		F	2007		MEDIA S		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	60	
54		M	1961		MEDIA N		2	3	2	2	3	2	1	3	2	3	2	2	3	1	1	32
55		F	1979		MEDIA N		3	4	4	3	4	4	3	2	4	4	4	4	3	2	51	
56		F	1956		DIPLOMA N		3	3	3	3	4	4	3	4	4	4	4	4	3	3	52	
57		F	1989		DIPLOMA N		4	4	4	4	2	3	4	4	4	4	4	4	4	3	56	
58		M	1976		MEDIA S		2	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	52	
59		F	1954		MEDIA N		2	3	2	2	3	3	1	3	2	2	3	4	3	1	1	35
60		F	1980		LAUREA S		3	4	3	3	3	3	1	4	2	2	3	3	3	2	1	40

TABELLA PUNTEGGI

La seconda tabella invece, vedi “TABELLA ANALISI”, presenta le reali risposte che sono state scelte dai pazienti nei vari questionari, senza inversioni di punteggio; questa seconda tabella ci è stata utile nella valutazione di alcune variabili; in particolar modo abbiamo scelto di analizzare come, i 60 pazienti suddivisi nei vari gruppi, abbiano risposto alle affermazioni relative alla claustrofobia, al rumore e ai fattori maggiormente causanti agitazione.

PAZIENTE N.	GRUPPO SPERIMENTALE	SESSO	ANNO NASCITA	ETA	TITOLO STUDIO	STUDIO STRUMENTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	PUNTEGGIO
1	1	F	1993	28	LAUREA	SI	2	3	4	2	4	3	3	3	3	3	2	2	2	1	2	28
2	3	M	1935	86	LAUREA	N	4	1	2	3	1	2	3	1	1	1	2	2	3	3	3	49
3	2	M	1998	23	DIPLOMA	N	3	2	1	3	1	1	3	1	1	2	4	1	1	3	3	49
4	2	M	1985	36	DIPLOMA	N	3	1	1	3	1	1	1	1	2	1	2	1	3	4	4	54
5	1	M	1990	31	DIPLOMA	N	2	3	3	2	3	1	4	2	1	1	1	1	1	1	1	40
6	3	M	1959	62	DIPLOMA	N	3	2	2	3	2	4	1	1	1	1	1	1	1	3	2	49
7	2	M	1968	53	DIPLOMA	S	3	1	1	3	1	1	2	1	3	1	2	1	3	3	3	50
8	3	F	1998	23	DIPLOMA	S	4	4	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	4	4	48
9	1	F	1988	33	DIPLOMA	S	2	2	2	3	3	3	3	2	2	2	3	2	2	2	3	39
10	2	M	1951	70	MEDIA	N	2	3	3	2	3	1	2	1	1	2	1	1	1	2	1	43
11	2	M	1991	30	DIPLOMA	S	3	2	2	3	1	2	2	2	2	1	3	2	1	3	2	46
12	3	M	1987	34	DIPLOMA	N	3	1	1	3	1	1	3	1	1	1	2	2	2	3	3	51
13	3	F	1961	60	LAUREA	N	3	2	2	3	2	1	2	2	2	1	1	1	2	2	1	46
14	1	F	1948	73	ELEMENT	N	2	1	3	3	2	2	3	3	4	2	1	2	3	2	2	38
15	2	F	2000	21	DIPLOMA	N	3	1	2	2	2	3	3	1	2	1	1	1	3	2	2	44
16	3	F	1970	51	LAUREA	N	4	1	1	4	1	1	2	2	2	2	1	1	1	4	3	55
17	3	F	1972	49	NON ESPR	NON ESPR	4	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	3	4	4	54
18	2	F	1943	78	MEDIA	N	4	1	1	4	1	1	2	1	1	1	1	1	2	4	3	57
19	1	M	1969	52	DIPLOMA	N	1	3	2	1	2	2	4	2	3	3	2	3	3	1	1	30
20	1	M	1980	41	LAUREA	S	3	2	2	4	1	1	2	1	2	1	1	1	2	3	3	52
21	3	F	1971	50	DIPLOMA	S	4	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	3	59
22	2	M	1980	41	LAUREA	N	4	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	56
23	1	F	1982	39	DIPLOMA	S	3	1	2	3	2	2	3	1	4	4	2	1	4	3	3	41
24	2	F	1957	64	LAUREA	N	3	2	2	3	2	2	2	2	1	1	1	1	1	2	3	49
25	2	M	1959	62	MEDIA	N	4	1	1	3	1	1	4	1	3	2	2	2	2	3	3	48
26	3	M	1986	35	LAUREA	N	3	2	1	4	1	1	3	1	3	1	3	1	2	2	1	48
27	1	M	1963	58	DIPLOMA	S	2	3	3	2	2	2	4	1	3	3	3	2	2	2	2	34
28	1	M	1995	26	LAUREA	S	3	2	3	3	2	2	2	3	3	2	2	2	1	2	2	41
29	3	F	1968	53	LAUREA	N	3	1	1	3	1	1	1	1	2	2	2	1	1	3	3	53
30	2	F	1946	75	MEDIA	N	3	3	3	2	2	3	2	1	1	1	2	1	3	1	3	42
31	2	F	1964	57	DIPLOMA	N	3	1	2	3	1	1	2	1	1	1	1	1	2	3	1	51
32	1	F	1996	25	NON ESPR	NON ESPR	3	2	3	2	1	1	3	2	2	2	3	2	2	1	1	39
33	3	M	1971	50	DIPLOMA	N	4	1	1	4	1	1	2	1	2	2	1	1	2	3	3	54
34	3	M	1966	55	DIPLOMA	N	3	3	1	3	1	1	4	2	2	1	1	1	2	2	2	47
35	1	M	1973	48	MEDIA	S	2	1	1	3	2	1	4	1	4	1	1	1	1	3	1	46
36	1	M	1978	43	DIPLOMA	N	3	1	1	4	1	2	2	2	2	2	2	4	4	3	3	48
37	2	F	1947	74	ELEMENT	N	4	2	2	4	1	2	2	2	1	1	1	1	2	4	3	50
38	3	M	1960	61	MEDIA	N	3	1	1	3	1	1	1	1	2	2	1	1	3	3	2	51
39	2	F	1966	55	NON ESPR	N	4	1	1	3	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	49
40	2	M	1966	55	MEDIA	NON ESPR	3	1	1	3	2	1	4	1	2	1	2	1	2	3	3	49
41	3	F	1961	60	LAUREA	N	3	1	1	3	1	1	3	1	1	1	1	1	3	2	2	53
42	1	F	1980	41	LAUREA	N	2	2	3	2	1	2	2	3	2	2	2	2	3	3	3	41
43	1	M	1962	59	DIPLOMA	N	2	2	1	2	2	2	2	3	3	3	2	2	3	2	2	40
44	2	M	1991	30	LAUREA	S	4	1	1	4	1	1	2	2	2	1	1	1	1	4	3	56
45	1	M	1993	28	DIPLOMA	N	2	3	2	2	2	3	3	3	3	3	2	2	1	2	2	36
46	3	M	1990	31	DIPLOMA	S	3	1	1	4	2	1	2	1	1	1	1	1	4	3	3	56
47	3	F	1985	36	LAUREA	S	3	1	2	3	1	1	2	1	2	2	1	1	2	3	3	51
48	2	M	1999	22	DIPLOMA	S	3	1	2	3	1	2	2	2	2	1	1	1	1	3	3	51
49	2	F	1967	54	DIPLOMA	N	3	1	1	3	2	2	2	1	1	1	1	1	3	3	3	51
50	3	F	1987	34	LAUREA	S	3	1	2	3	1	1	1	2	2	1	2	2	2	3	3	50
51	3	M	1955	66	DIPLOMA	N	4	1	2	3	1	1	3	1	1	1	1	1	1	3	3	54
52	1	F	2006	15	MEDIA	N	2	2	3	2	3	1	2	2	3	3	2	2	1	2	2	39
53	3	F	2007	14	MEDIA	S	4	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	60
54	1	M	1961	60	MEDIA	N	2	2	3	2	2	3	4	2	3	2	3	3	2	1	1	32
55	1	F	1979	42	MEDIA	N	3	1	1	3	1	1	2	3	1	1	1	1	2	3	2	51
56	3	F	1956	65	DIPLOMA	N	3	2	2	3	1	1	2	1	1	1	1	1	2	3	3	52
57	2	F	1989	32	DIPLOMA	N	4	1	1	4	1	3	2	1	1	1	1	1	1	4	3	56
58	2	M	1976	45	MEDIA	S	2	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	52
59	1	F	1954	67	MEDIA	N	2	2	3	2	2	2	4	2	3	3	2	1	2	1	1	35
60	1	F	1980	41	LAUREA	S	3	1	2	3	2	2	4	1	3	3	2	2	2	2	1	40

**TABELLA ANALISI**

Di ogni paziente, oltre al punteggio ottenuto e al gruppo sperimentale di appartenenza, sono state riportate altre variabili tra cui: il sesso, l'anno di nascita, il titolo di studio e eventuali esperienze musicali pregresse.

A lato troviamo il numero progressivo associato ai vari pazienti al momento dell'arruolamento.

I diversi colori nelle tabelle indicano il differente metodo di conteggio dei punti;

Le affermazioni del questionario 1-4-14-15 sono le affermazioni non presentanti asterisco e riguardano sensazioni positive del paziente:

Mi sono sentito calmo;

Mi sono sentito tranquillo;

Mi sono sentito rilassato;

Sommariamente è stata un'esperienza gradevole.

Sono state colorate di giallo.

Tutte le altre affermazioni, riguardanti la sfera negativa, sono state colorate di rosa.

Il punteggio, per alcune affermazioni, doveva essere necessariamente invertito.

Altrimenti, se il punteggio fosse stato calcolato normalmente, due pazienti con sensazioni e stati d'animo completamente opposti, paradossalmente, avrebbero ottenuto un punteggio simile e i due questionari non sarebbero stati confrontabili.

I pazienti arruolati sono 60, 20 per ogni gruppo.

nel gruppo di controllo (gruppo 1) sono stati arruolati 10 uomini e 10 donne;

nel gruppo sperimentale 2 sono stati arruolati 11 uomini e 9 donne;

nel gruppo sperimentale 3 sono stati arruolati 9 uomini e 11 donne.

L'età dei pazienti va da un minimo di 18 a un massimo di 86, con un'età media del 46,7.

Di ogni gruppo abbiamo eseguito una media aritmetica del punteggio e l'abbiamo confrontata con gli altri.

## **4.2 ELABORAZIONE DATI E DISCUSSIONE**

I 20 pazienti del gruppo 1 hanno totalizzato i punteggi riportati nella relativa tabella (vedi tabella 1), con un minimo di 28 e un massimo di 52.

<b>GRUPPO SPERIMENTALE</b>		<b>1</b>
<b>Conteggio di PAZIENTE N.</b>		
<b>PUNTEGGIO</b>		<b>Totale</b>
28		1
30		1
32		1
34		1
35		1
36		1
38		1
39		3
40		3
41		3
46		1
48		1
51		1
52		1
<b>Totale complessivo</b>		<b>20</b>

**TABELLA 1**

I 20 pazienti del gruppo 2, che durante l'esame di RM hanno ascoltato la sonata K.448 di Mozart in cuffia, hanno totalizzato punteggi più elevati (vedi tabella 2), con un minimo di 42 e un massimo di 57;

I 20 pazienti del gruppo 3 (vedi tabella 3) che durante l'esame hanno ascoltato la musica traslazionale del M. Tosso in cuffia hanno totalizzato punteggi ancor più elevati partendo da un minimo di 46 a un massimo di 60.

GRUPPO SPERIMENTALE	2
---------------------	---

Conteggio di PAZIENTE N.		
PUNTEGGIO		Totale
	42	1
	43	1
	44	1
	46	1
	48	1
	49	4
	50	2
	51	3
	52	1
	54	1
	56	3
	57	1
Totale complessivo		20

TABELLA 2

GRUPPO SPERIMENTALE	3
---------------------	---

Conteggio di PAZIENTE N.		
PUNTEGGIO		Totale
	46	1
	47	1
	48	2
	49	2
	50	1
	51	3
	52	1
	53	2
	54	3
	55	1
	56	1
	59	1
	60	1
Totale complessivo		20

TABELLA 3

Dall'analisi delle tabelle e dei grafici Pivot osserviamo che nel gruppo 1, gruppo di controllo senza musica, la media dei punteggi è nettamente inferiore rispetto ai pazienti che hanno eseguito una RM con musica in cuffia, appartenenti al gruppo 2 o al gruppo 3.

I pazienti del gruppo 1 hanno totalizzato una media di punteggi del 39,5;

I pazienti del gruppo 2 hanno totalizzato una media di punteggi del 50,15,

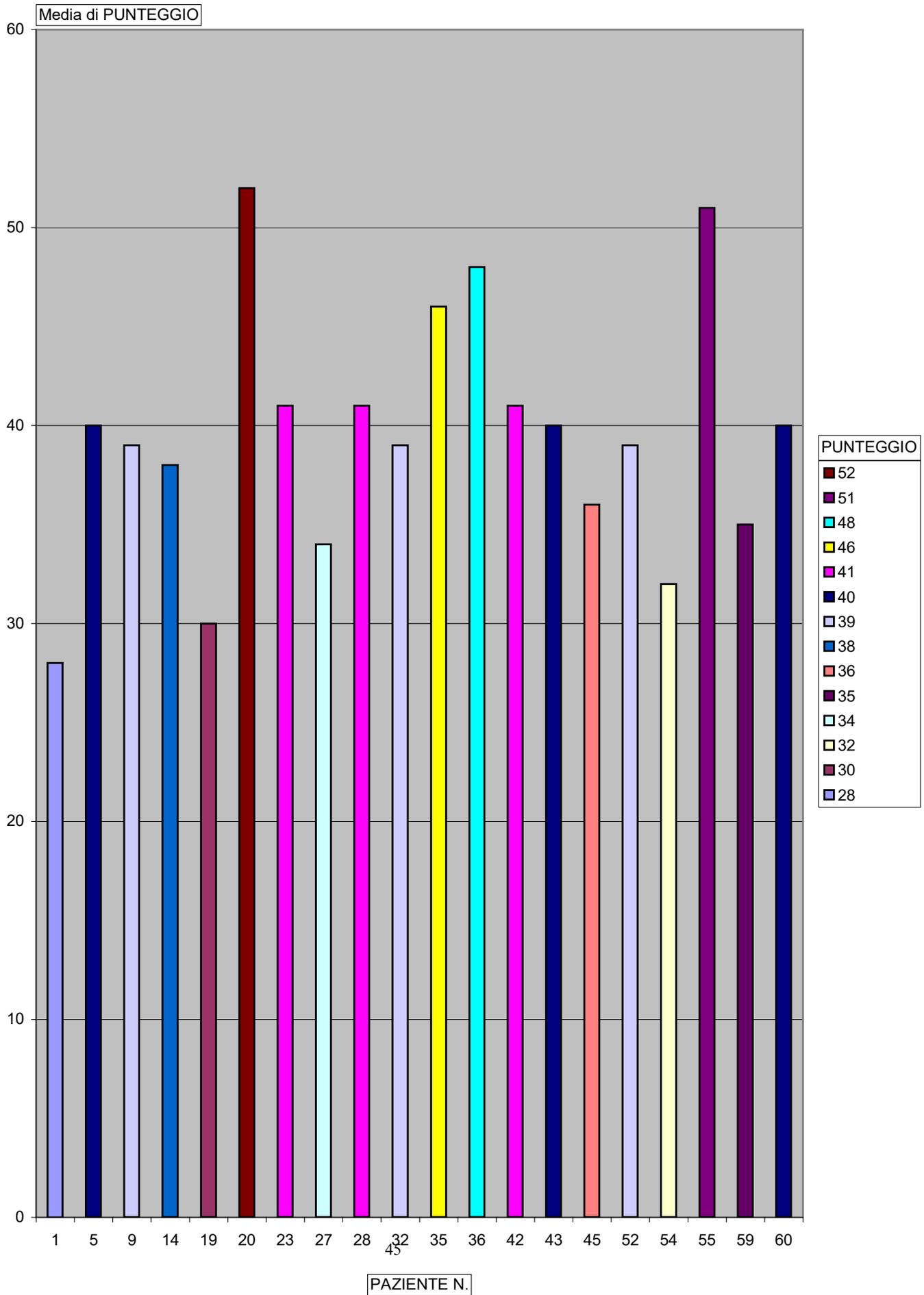
I pazienti del gruppo 3 hanno totalizzato una media di punteggi del 52.

<b>GRUPPO SPERIMENTALE</b>	<b>1</b>
----------------------------	----------

<b>Media di PUNTEGGIO</b>	
<b>PAZIENTE N.</b>	<b>Totale</b>
1	28
5	40
9	39
14	38
19	30
20	52
23	41
27	34
28	41
32	39
35	46
36	48
42	41
43	40
45	36
52	39
54	32
55	51
59	35
60	40
<b>Totale complessivo</b>	<b>39,5</b>

**MEDIA PUNTEGGI PAZIENTI GRUPPO 1**

GRUPPO SPERIMENTALE 1



GRUPPO SPERIMENTALE	2
---------------------	---

Media di PUNTEGGIO	
PAZIENTE N.	Totale
3	49
4	54
7	50
10	43
11	46
15	44
18	57
22	56
24	49
25	48
30	42
31	51
37	50
39	49
40	49
44	56
48	51
49	51
57	56
58	52
<b>Totale complessivo</b>	<b>50,15</b>

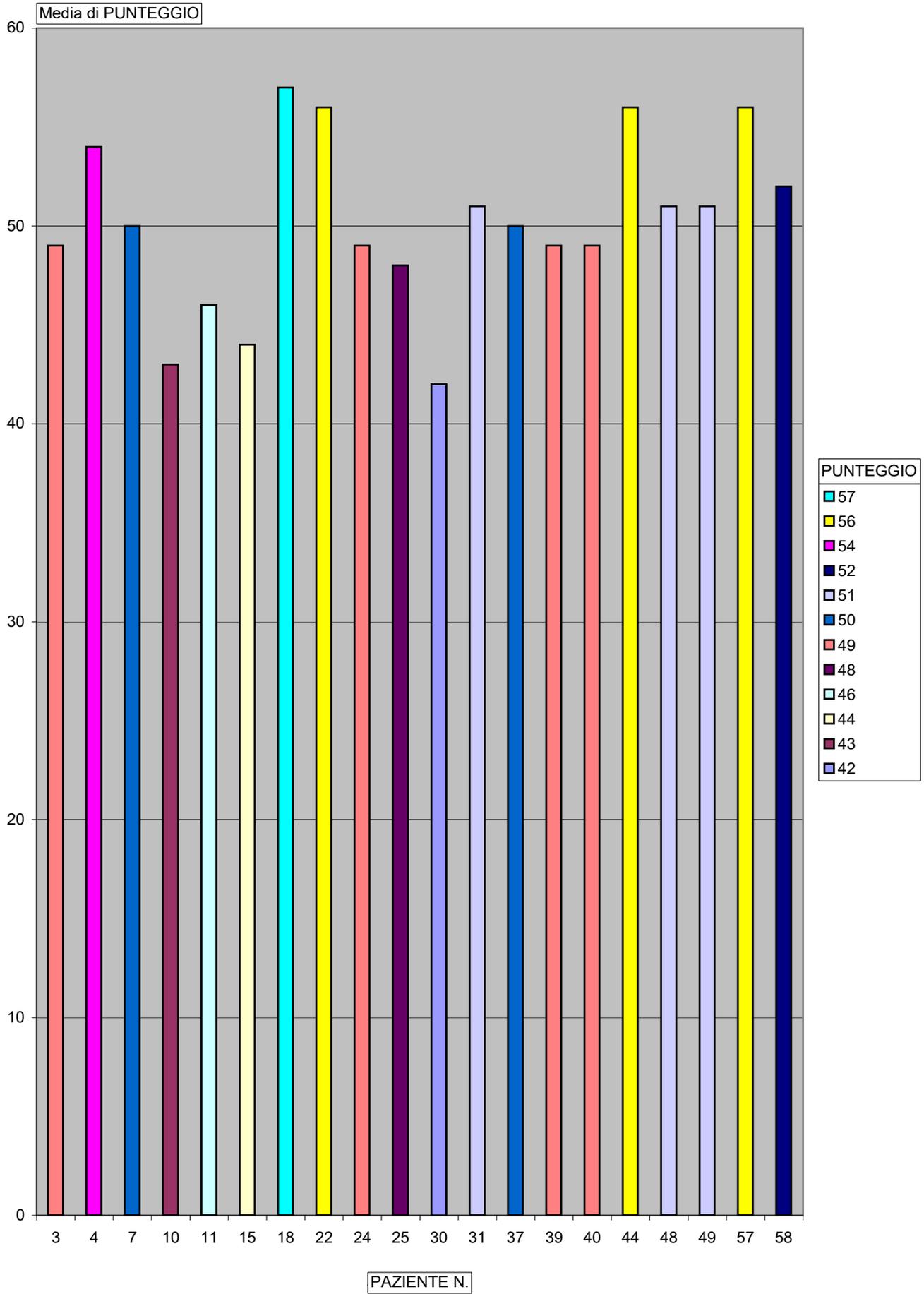
**MEDIA PUNTEGGI GRUPPO 2**

GRUPPO SPERIMENTALE	3
---------------------	---

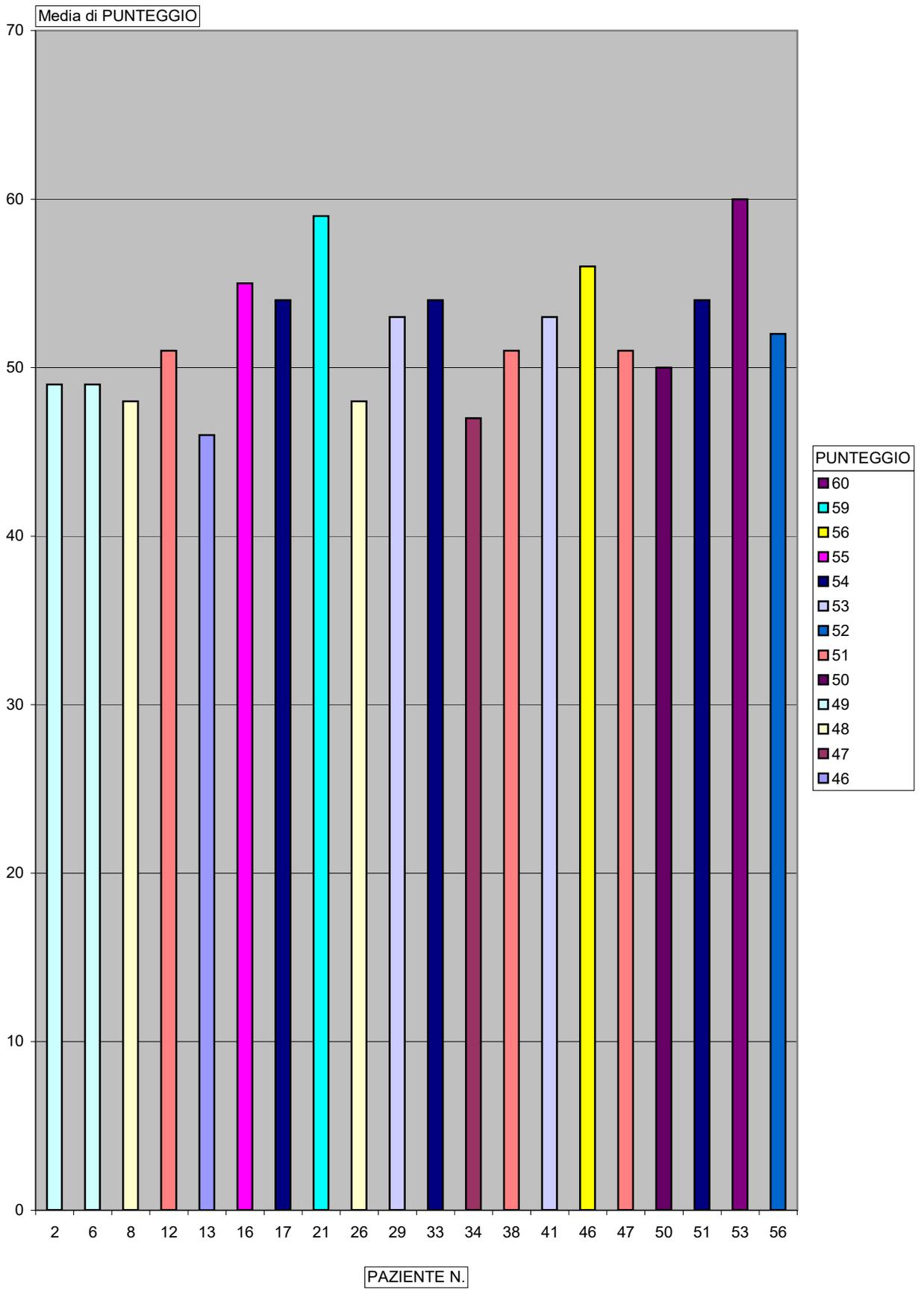
Media di PUNTEGGIO	
PAZIENTE N.	Totale
2	49
6	49
8	48
12	51
13	46
16	55
17	54
21	59
26	48
29	53
33	54
34	47
38	51
41	53
46	56
47	51
50	50
51	54
53	60
56	52
<b>Totale complessivo</b>	<b>52</b>

**MEDIA PUNTEGGI GRUPPO 3**

GRUPPO SPERIMENTALE 2



GRUPPO SPERIMENTALE 3



I punteggi dei pazienti sono stati invertiti in modo che i valori negativi ottenuti dalle misurazioni fossero su scale comparabili ai positivi per consentire il confronto tra le variabili. Numeri crescenti hanno indicato un miglioramento per ogni misura (cioè, diminuzione dell'ansia, aumento della gradevolezza della procedura).

Di conseguenza, dai risultati si nota l'influenza positiva dell'utilizzo della musica durante le scansioni di RM. I pazienti del gruppo 2 e del gruppo 3 rispondono in modo positivo rispetto ai pazienti del gruppo 1 e questo lo abbiamo valutato anche analizzando specifiche affermazioni del questionario.

In particolare abbiamo analizzato le risposte 1, 4, 14, e 15 del questionario, sensazioni positive del paziente, per ogni gruppo.

Inoltre abbiamo analizzato l'affermazione "mi sono sentito chiuso" e l'affermazione "sono stato infastidito dal rumore", entrambi fattori causanti agitazione nei pazienti.

In merito all'affermazione 1, "mi sono sentito calmo" è emerso che:

Del gruppo 1:

1 paziente ha risposto "PER NULLA" (5%)

12 pazienti hanno risposto "POCO" (60%)

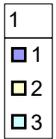
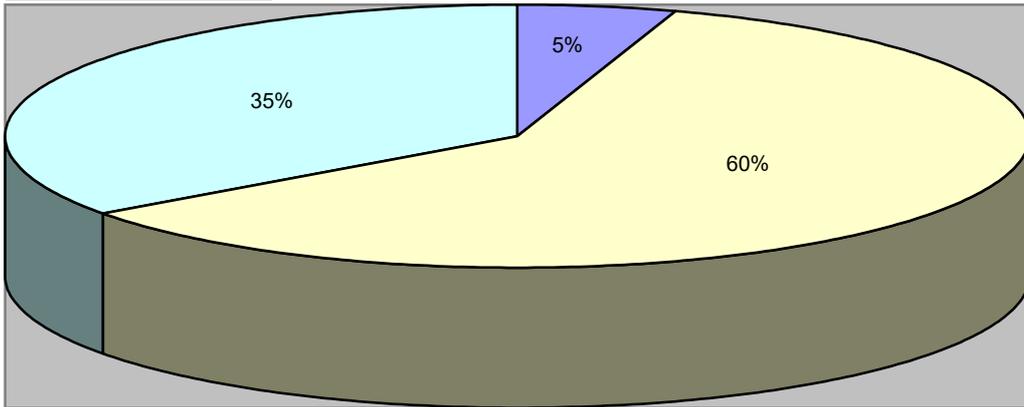
7 pazienti hanno risposto "ABBASTANZA" (35%)

Nessun paziente ha risposto "MOLTISSIMO"

GRUPPO SPERIMENTALE	1
---------------------	---

Conteggio di PAZIENTE N.	
1	Totale
1	1
2	12
3	7
Totale complessivo	20

Conteggio di PAZIENTE N.



Del gruppo 2:

GRUPPO SPERIMENTALE	2
---------------------	---

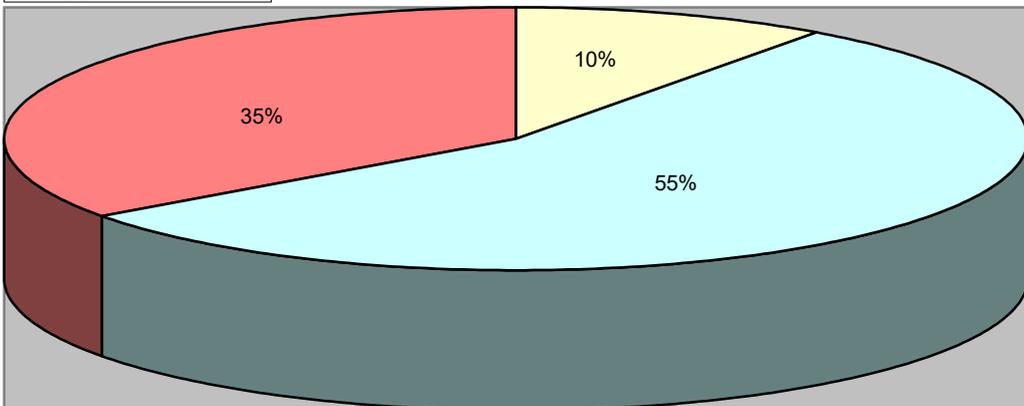
Conteggio di PAZIENTE N.		
1		Totale
	2	2
	3	11
	4	7
Totale complessivo		20

2 pazienti hanno risposto “POCO” (10%)

11 pazienti hanno risposto “ABBASTANZA” (55%)

7 pazienti hanno risposto “MOLTISSIMO” (35%)

Conteggio di PAZIENTE N.



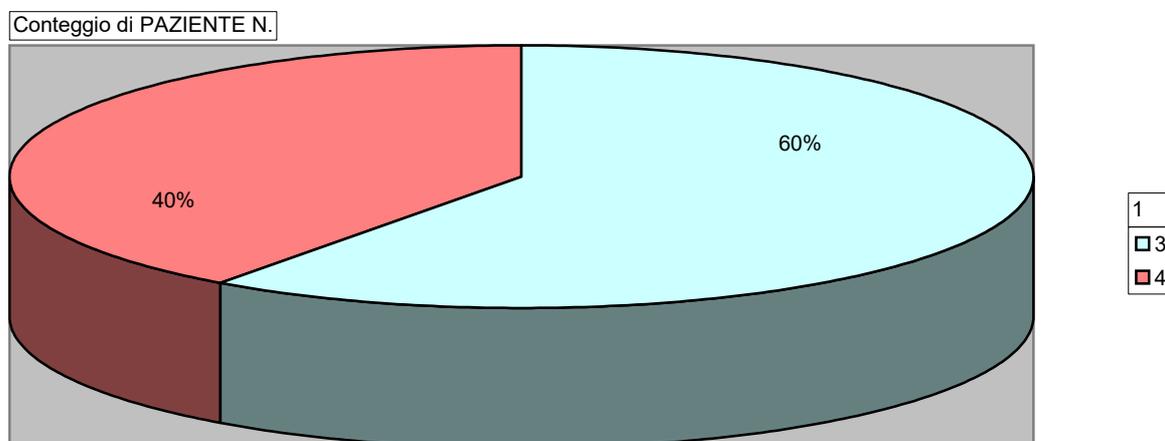
GRUPPO SPERIMENTALE	3
---------------------	---

Conteggio di PAZIENTE N.	
1	Totale
3	12
4	8
Totale complessivo	20

Del gruppo 3:

12 pazienti hanno risposto “ABBASTANZA” (60%)

8 pazienti hanno risposto “MOLTISSIMO” (40%)



Da ciò deduciamo che la calma del paziente è notevolmente aumentata utilizzando la musica in generale, ma si notano anche lievi differenze tra i pazienti arruolati nel gruppo 2, che hanno ascoltato la sonata mozartiana, e i pazienti arruolati nel gruppo 3, che hanno ascoltato la musica traslazionale del maestro Toso.

Infatti, il 10% dei pazienti appartenenti al gruppo 2, hanno dichiarato nel questionario di sentirsi poco calmi, a prescindere dalla presenza della musica.

Nel gruppo 3, nessuno dei pazienti arruolati ha dichiarato di essersi sentito per nulla o poco calmo.

Con la stessa analisi, abbiamo deciso di valutare gli effetti del rumore nei pazienti appartenenti ai gruppi 1, 2 o 3.

In particolare, dei gruppo 1:

7 pazienti hanno dichiarato di essere stati poco infastiditi dal rumore

5 pazienti hanno dichiarato di essere stati abbastanza infastiditi dal rumore;

5 pazienti hanno dichiarato di essere stati infastiditi dal rumore moltissimo.

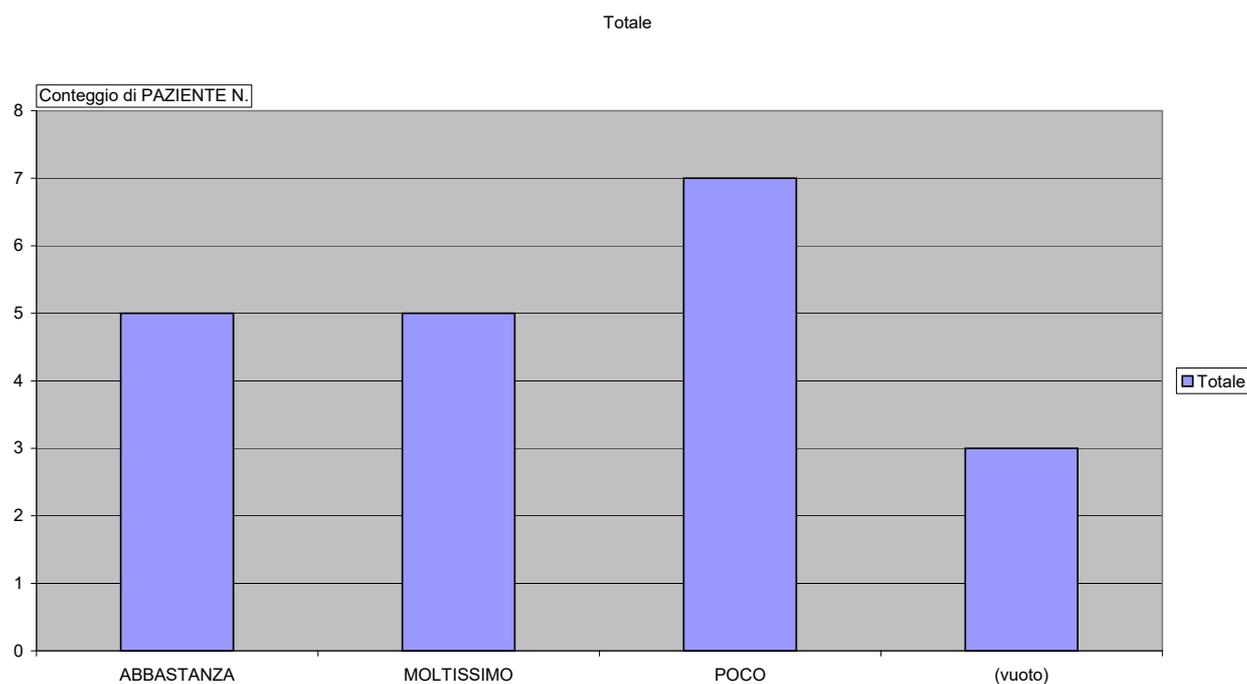
3 pazienti non hanno risposto alla domanda.

Nel complesso, di 20 pazienti, 1 su 2 ha dichiarato di essere particolarmente infastidito dal rumore.

GRUPPO SPERIMENTALE	1
---------------------	---

Conteggio di PAZIENTE N.	Totale
7	
ABBASTANZA	5
MOLTISSIMO	5
POCO	7
(vuoto)	3
Totale complessivo	20

GRUPPO SPERIMENTALE 1



7

Nei gruppi 2 e 3 invece, i pazienti ne hanno risentito molto meno, come mostra il grafico e la tabella sottostanti:

GRUPPO SPERIMENTALE 2

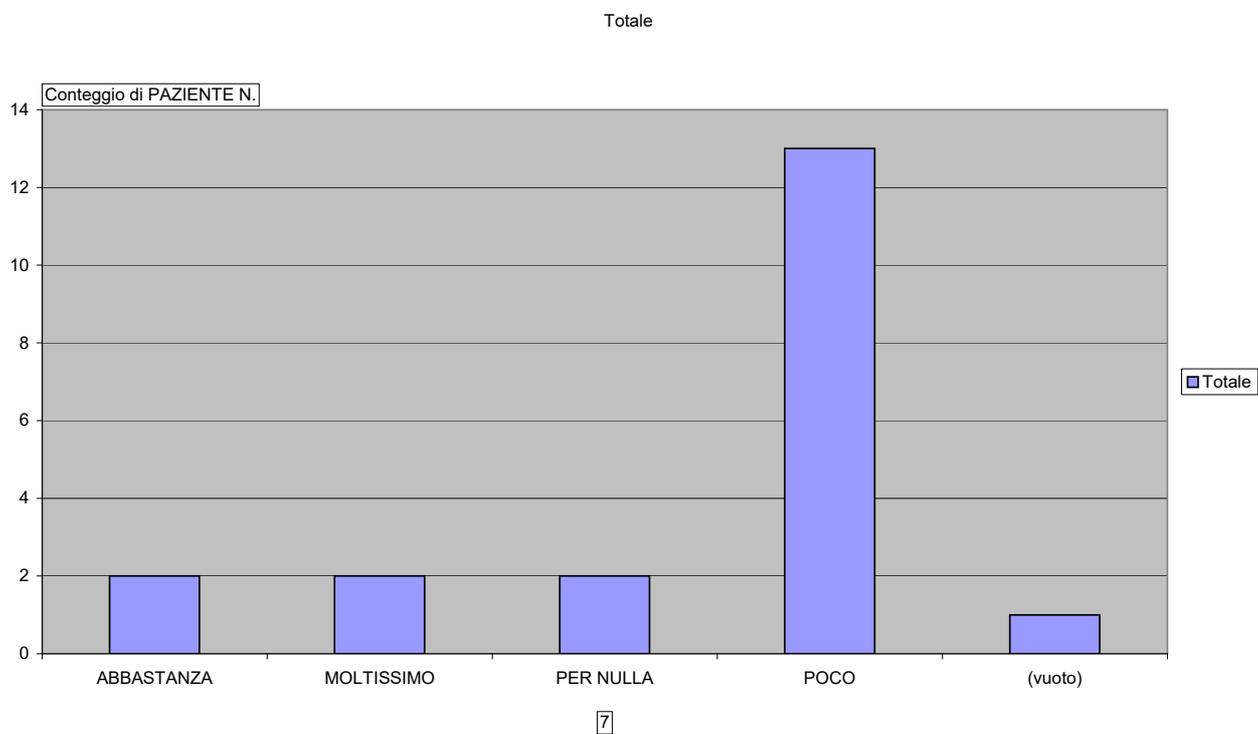
Conteggio di PAZIENTE N.	
7	Totale
ABBASTANZA	2
MOLTISSIMO	2
PER NULLA	2
POCO	13
(vuoto)	1
Totale complessivo	20

Nel gruppo 2:

13 pazienti sono stati infastiditi poco dal rumore;

2 pazienti non sono stati per nulla infastiditi dal rumore.

GRUPPO SPERIMENTALE 2



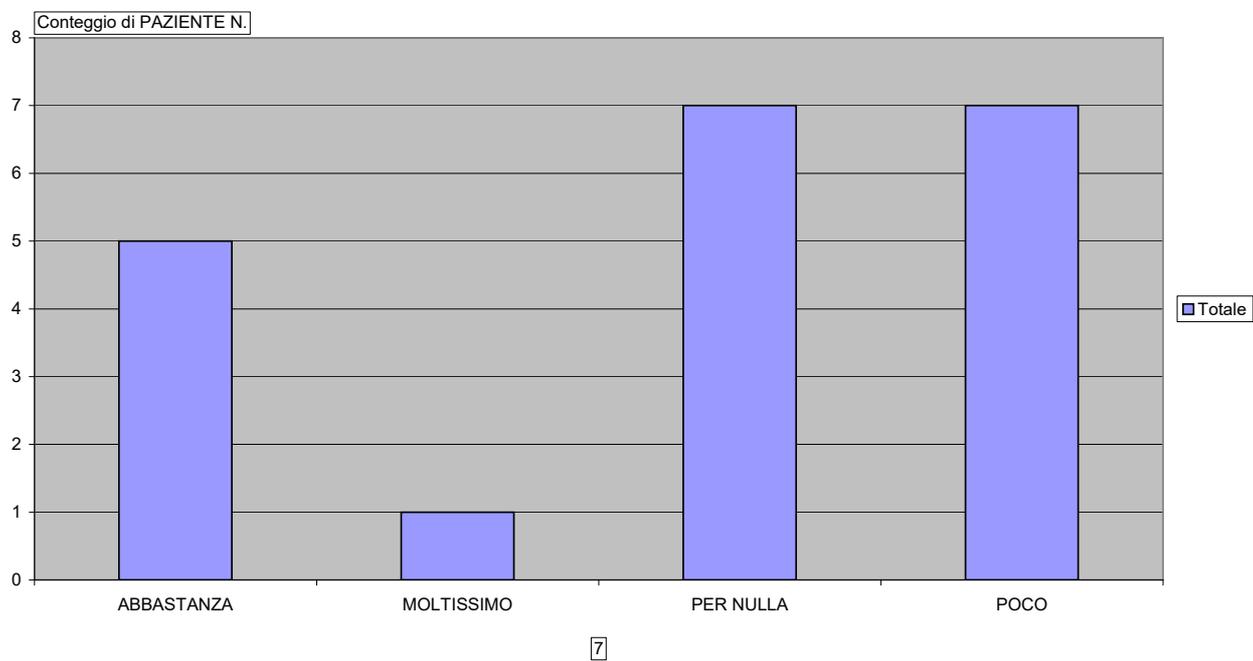
Nessuna differenza tra il gruppo 2 e il gruppo 3 per quanto riguarda il rumore;  
 14 pazienti su 20 hanno dichiarato che il rumore non ha causato stati d'ansia o di  
 agitazione;

GRUPPO SPERIMENTALE	3
---------------------	---

Conteggio di PAZIENTE N.	
7	Totale
ABBASTANZA	5
MOLTISSIMO	1
PER NULLA	7
POCO	7
Totale complessivo	20

GRUPPO SPERIMENTALE 3

Totale



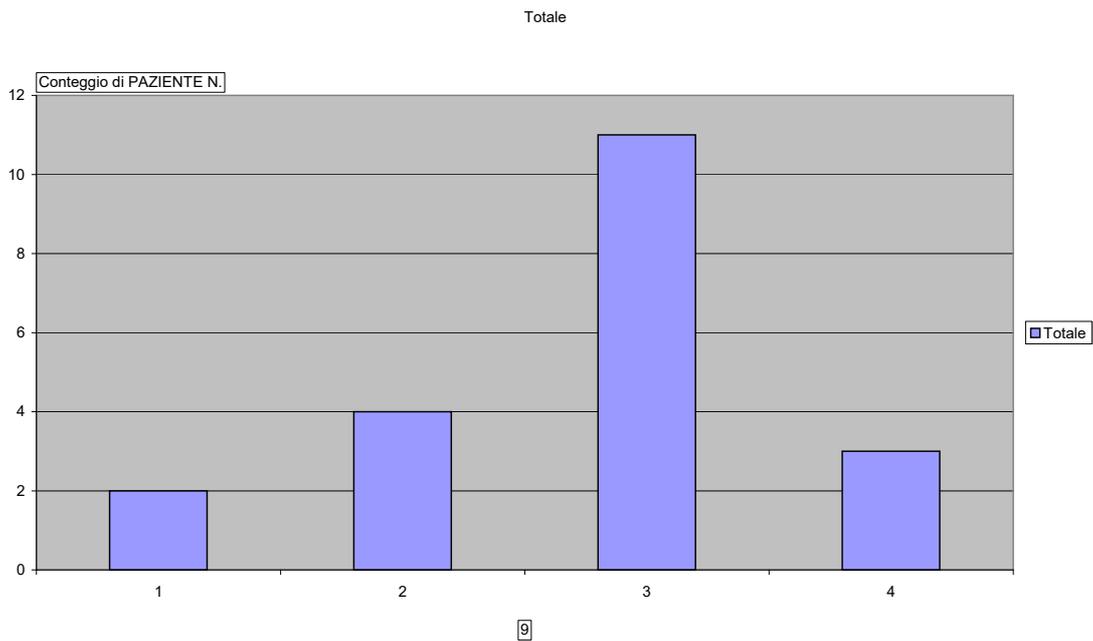
Un altro fattore che abbiamo valutato in tutti i pazienti dei vari gruppi è stata la claustrofobia e il senso di chiusura.

Affermazione : “mi sono sentito chiuso”

GRUPPO SPERIMENTALE	1
---------------------	---

Conteggio di PAZIENTE N.	Totale
9	
1	2
2	4
3	11
4	3
Totale complessivo	20

GRUPPO SPERIMENTALE 1



Anche in questo caso i pazienti del gruppo di controllo, senza musica durante l’esame, hanno risentito maggiormente degli effetti della claustrofobia.

Ben 14 pazienti su 20 hanno avvertito il senso di chiusura: 11 abbastanza, 4 moltissimo.

Questo può essere valutato anche dalle risposte all'affermazione “ho sentito che mi mancava l'aria”:

GRUPPO SPERIMENTALE	1
---------------------	---

Conteggio di PAZIENTE N.	
10	Totale
1	4
2	7
3	8
4	1
Totale complessivo	20

Il 45% dei pazienti ha dichiarato di essere abbastanza o molto influenzato dal senso di chiusura.

GRUPPO SPERIMENTALE	2
---------------------	---

Conteggio di PAZIENTE N.	
10	Totale
1	16
2	4
Totale complessivo	20

GRUPPO SPERIMENTALE	3
---------------------	---

Conteggio di PAZIENTE N.	
10	Totale
1	15
2	5
Totale complessivo	20

Questo effetto non si manifesta nei pazienti del gruppo 2 o 3, in quanto in entrambi i casi il 100% dei pazienti hanno risposto all'affermazione “per niente” o “poco”.

## CAPITOLO 5

### Conclusioni:

Dal lavoro di tesi, dalle analisi effettuate dei dati raccolti tra giugno e settembre, è emerso che i pazienti che hanno eseguito una risonanza magnetica di encefalo o colonna con la musica in cuffia hanno vissuto l'esperienza diagnostica con più calma, hanno dichiarato un minor fastidio al rumore e un minor senso di costrizione.

Questo, come già ampiamente detto nei vari capitoli, è un vantaggio per il paziente ma anche per l'operatore che esegue l'esame e per il medico radiologo referante in quanto la necessità di ripetere sequenze a causa di artefatti da movimento del paziente allungano notevolmente i tempi di esame.

Abbiamo anche constatato che la musica a 432 Hz viene percepita maggiormente dai pazienti, anche se in modo lieve. Per quanto riguarda un'eventuale differenziazione tra i due tipi di musica il campione statistico utilizzato è poco significativo.

Invece, come visto nella discussione dei risultati ottenuti, i pazienti che hanno ascoltato le musiche del M.Toso o i pazienti che hanno ascoltato le musiche di Mozart hanno dichiarato che l'esperienza diagnostica è stata più piacevole rispetto alle risonanza da loro eseguite in assenza di musica.

Tuttavia è da tenere presente che questa ricerca si è concentrata esclusivamente sulla valutazione di parametri soggettivi, espressi attraverso il questionario dal paziente stesso.

Sarebbe molto utile e stimolante realizzare uno studio simile per approfondire la ricerca della musica a 432 Hz ma anche per valutare come varia la ripetizione di sequenze durante un esame con la musica rispetto ad un esame senza musica.

## CAPITOLO 6:

### Bibliografia

1. Kulkarni S., Johnson P.C., Kettles S., Kasthuri R. S. ‘ Music During Interventional Radiological Procedures, Effect on Sedation, Pain and Anxiety: a Randomised Controlled Trial’. *The British Journal of Radiology*, 85 (2012), 1059-1063.
2. Ma D., Pierre E.Y., Jiang Y., Schluchter M. D., Setsompop K., Gulani V., Grisold M. A. ‘ Music-Based Magnetic Resonance Fingerprint to Improve Patient Comfort During MRI Exams’. *Magnetic Resonance in Medicine*. 75 (6), (2016), 2303-2314.
3. Sartoretti E., Sartoretti T., Wyss M., van Smoorenburg L., Eichenberger B., van der Duim S., Cereghetti D., Binkert C., Sartoretti-Schefer S., Najafi A. ‘Impact of Acoustic Noise Reduction on Patient Experience in Routine Clinical Magnetic Resonance Imaging’. *Academic Radiology* 2020 Nov 3: S1076-6332(20)30599-7. Epub ahead of print.
4. Walworth D. D. ‘Effect of Live Music Therapy for Patients Undergoing Magnetic Resonance Imaging’. *Journal of Music Therapy*, XLVII (4), (2010), 335-350.
5. Aravena PC, Almonacid C, Mancilla MI. Effect of music at 432 Hz and 440 Hz on dental anxiety and salivary cortisol levels in patients undergoing tooth extraction: a randomized clinical trial. *J Appl Oral Sci*. 2020;28:e20190601. doi: 10.1590/1678-7757-2019-0601. Epub 2020 May 11. PMID: 32401941; PMCID: PMC7213780.
6. Calamassi D, Pomponi GP. Music Tuned to 440 Hz Versus 432 Hz and the Health Effects: A Double-blind Cross-over Pilot Study. *Explore (NY)*. 2019 Jul-Aug;15(4):283-290. doi: 10.1016/j.explore.2019.04.001. Epub 2019 Apr 6. Erratum in: *Explore (NY)*. 2020 Jan - Feb;16(1):8. PMID: 31031095.

7. Calamassi D, Lucicesare A, Pomponi GP, Bambi S. Music tuned to 432 Hz versus music tuned to 440 Hz for improving sleep in patients with spinal cord injuries: a double-blind cross-over pilot study. *Acta Biomed.* 2020 Nov 30;91(12-S):e2020008. doi: 10.23750/abm.v91i12-S.10755. PMID: 33263352; PMCID: PMC8023109.

8. Elementi di risonanza magnetica: Dal protone alle sequenze per le principali applicazioni diagnostiche, Springer

## SITOGRAFIA

9. <https://www.philips.it/healthcare/solutions/magnetic-resonance/coils-overview>

10. <https://www.emilianotoso.com/prodotto/translational-music/>

11. <https://www.istitutodipsicopatologia.it/pratiche-di-mindfulness-storia-risonanza-magnetica/>

12. <http://ciirm.it/blog-5-sensi-rm.php>

13. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30374854/>

14. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29696618/>

15. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22097099/>

16. <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0305735618810793>

## RINGRAZIAMENTI

Al termine di questo saggio mi è doveroso dedicare questo spazio ai ringraziamenti delle persone che mi hanno guidato al termine di questo percorso.

In primo luogo ringrazio il Prof. Gabriele Polonara per avermi proposto il lavoro e per avermi seguita costantemente, passo passo, nella realizzazione di questa tesi di laurea; Ringrazio le Dott.sse Luana Regnicolo e Serena Campa per avermi incoraggiata, indirizzata e sostenuta nello svolgimento del progetto, le Dott.sse Oriana Papa e Luciana Lo Bianco che hanno collaborato per la realizzazione della tesi e il M. Emiliano Toso per aver messo a disposizione la sua arte.

Un grazie speciale va a mamma e papà, al loro costante sostegno. Con i vostri sacrifici e insegnamenti mi avete permesso di portare a termine questo percorso accademico. Senza di voi non sarei ciò che sono.

A Dani e Betta, non solo fratelli, ma amici, complici e aiutanti, con voi so che non sarò mai sola. Grazie perché anche voi avete contribuito al raggiungimento di questo traguardo.

A nonna Giuli, a nonna Ave e a tutta la mia famiglia, è grazie a voi se ho superato i momenti più difficili.

A Federica, compagna di risate, sorella maggiore. Grazie per esserci sempre.

A Irene, Carlo, Valentina e Alessandro, i miei migliori amici. Grazie per aver sopportato anni di polemiche, lamentele e ansie ma soprattutto, grazie perché ascoltate sempre i miei interminabili audio su whatsapp.

A Nicola, alla sua tenerezza. Grazie per come sei perché quando sono con te mi fai venire voglia di essere una persona migliore.

Infine il grazie più grande va a me stessa. Alla mia caparbità, alla mia tenacia, alla perseveranza avuta nel portare avanti questi due percorsi di studio. Che possa essere solo il primo traguardo di una lunga carriera professionale.