

# Journal of Biomedical Practitioners

## JBP

Periodico per le professioni biomediche a carattere tecnico - scientifico - professionale

*Titolo articolo / Article title:*

**Il Tecnico di Neurofisiopatologia in ambito neuroriabilitativo e di ricerca scientifica: studio osservazionale di impiego sul territorio nazionale italiano.**

*Autori / Authors:* Cristina Turco, Sara Zago, Marianna Cavinato.

*Pagine / Pages:* 19-37, N.2, Vol.7 - 2023

*Submitted:* 17 May 2023 – *Revised:* 8 July 2023 – *Accepted:* 27 October 2023 – *Published:* 20 December 2023

*Contatto autori / Corresponding author:* Cristina Turco,

cristina.turco451@gmail.com



Opera distribuita con Licenza Creative Commons.  
Attribuzione – Condividi allo stesso modo 4.0 Internazionale.

Open Access journal – [www.ojs.unito.it/index.php/jbp](http://www.ojs.unito.it/index.php/jbp) – ISSN 2532-7925

Questa Rivista utilizza il [Font EasyReading®](#), carattere ad alta leggibilità, anche per i dislessici.

Periodico per le professioni biomediche e sanitarie a carattere tecnico - scientifico – professionale

**Direttore responsabile/Editor in chief:** Francesco Paolo SELLITTI

**Direzione di redazione/Editorial management:** Simone URIETTI, Ilaria STURA, Elisa PICCOLO, Domenico Riccardo CAMMISA.

### Comitato di redazione/Editorial team:

**Editors:** Simone URIETTI, Elena DELLA CERRA, Mario CORIASCO, Sergio RABELLINO, Luciana GENNARI, Patrizia GNAGNARELLA, Alessandro PIEDIMONTE, Luca CAMONI, Claudio POBBIATI, Ilaria STURA, Giuseppe MAMMOLO, Cristina POGGI, Antonio VEROLINO, Francesco ZARRELLI, Elisa PICCOLO, Domenico Riccardo CAMMISA.

**Journal manager e ICT Admin:** Simone URIETTI

**Book manager:** Francesco P. SELLITTI

**Graphic Design Editor:** Mario CORIASCO, Sergio RABELLINO, Giuseppe MAMMOLO, Francesco ZARRELLI, Francesco P. SELLITTI.

### Comitato scientifico/Scientific board:

Dott. Anna Rosa ACCORNERO  
Prof. Roberto ALBERA  
Dott. Massimo BACCEGA  
Dott. Alberto BALDO  
Prof. Nello BALOSSINO  
Prof. Paolo BENNA  
Prof. Mauro BERGUI  
Dott. Salvatore BONANNO  
Prof. Ezio BOTTARELLI  
Prof. Gianni Boris BRADAC  
Dott. Gianfranco BRUSADIN  
Dott. Luca CAMONI  
Prof. Alessandro CICOLIN

Dott. Mario Gino CORIASCO  
Dott. Laura DE MARCO  
Dott. Patrizio DI DENIA  
Dott. Chiara FERRARI  
Prof. Diego GARBOSSA  
Dott. Luciana GENNARI  
Dott. Ramon GIMENEZ  
Prof. Caterina GUIOT  
Prof. Leonardo LOPIANO  
Dott. Giovanni Malferrari  
Prof. Alessandro MAURO  
Prof. Daniela MESSINEO

Dott. Sergio MODONI  
Dott. Alfredo MUNI  
Dott. Grazia Anna NARDELLA  
Dott. Christian PARONE  
Prof. Lorenzo PRIANO  
Dott. Sergio RABELLINO  
Dott. Fabio ROCCIA  
Dott. Carlo SCOVINI  
Dott. Saverio STANZIALE  
Dott. Lorenzo TACCHINI  
Prof. Silvia TAVAZZI  
Dott. Irene VERNERO

Scienze economiche e dell'organizzazione aziendale sanitaria / Health Economics and Management Science

- 1 *Aggressione sul posto di lavoro verso gli operatori sanitari: costruzione e sperimentazione di uno strumento di valutazione del rischio.*  
*Workplace violence against healthcare workers: development of an item for risk assessment.*

Matteo Colombo, Donato Lancellotti.

Neuroscienze / Neuroscience

- 19 *Il Tecnico di Neurofisiopatologia in ambito neuroriabilitativo e di ricerca scientifica: studio osservazionale di impiego sul territorio nazionale italiano.*

Cristina Turco, Sara Zago, Marianna Cavinato.

- 38 *Neurophysiology Technologist in neurorehabilitation and scientific research: an observational study of employment on the Italian national territory.*

Cristina Turco, Sara Zago, Marianna Cavinato.

Scienze infermieristiche / Nursing sciences

- 58 *Gli Infermieri e la Fisica Medica: studio osservazionale sulle conoscenze delle basi fisiche degli strumenti elettromedicali.*

Ilaria Stura, Caterina Guiot.

- 70 *Nurses and Medical Physics: an observational study on the knowledge of the physical basis of Medical Devices.*

Ilaria Stura, Caterina Guiot.

83	<i>Impatto emotivo dell'Alopecia indotta da chemioterapia: studio qualitativo fenomenologico.</i> <i>Emotional impact of Chemotherapy-induced Alopecia: qualitative phenomenological study.</i>	Isabella Baglioni, Ludovica Ripa, Chiara Gatti, Fabio Sarzana, Arianna Mancini, Stefano Marcelli, Francesca Ciarpella, Simona Tufoni.
96	<i>La classificazione di Ross come strumento di valutazione infermieristica nel paziente pediatrico cardiopatico.</i>	Chiara Gatti, Bardeggia Valentina, Cinzia Borgognoni, Francesco Bianco, Federico Guerra.
107	<i>The Ross classification as a tool for nursing evaluation in pediatric heart disease patient.</i>	Chiara Gatti, Bardeggia Valentina, Cinzia Borgognoni, Francesco Bianco, Federico Guerra.
Scienze della Nutrizione e Dietetica / Nutrition and dietetic sciences		
117	<i>Indagine conoscitiva in un gruppo di dietisti sul Care Management in ambito nutrizionale.</i> <i>Survey with dieticians on Care Management in the field of nutrition.</i>	Gessica Cicci, Serena Frassini, Stefania Rasori.
Editoriale / Editorial		
130	<i>Il Dottorato di Ricerca: Che cos'è?</i> <i>The Ph.D.: What is it?</i>	Francesco Paolo Sellitti, Simone Urietti, Antonio Verolino, Ilaria Stura, Elisa Piccolo, Elena Della Cerra, Mario Gino Coriasco, Sergio Rabellino, Luciana Gennari, Patrizia Gnagnarella, Alessandro Piedimonte, Luca Camoni, Claudio Pobbati, Cristina Poggi, Giuseppe Mammolo, Francesco Zarrelli, Domenico Riccardo Cammisa.

OPEN ACCESS JOURNAL

<http://www.ojs.unito.it/index.php/jbp>

ISSN 2532-7925



Periodico per le professioni biomediche a carattere tecnico - scientifico - professionale

# Il Tecnico di Neurofisiopatologia in ambito neuroriabilitativo e di ricerca scientifica: studio osservazionale di impiego sul territorio nazionale italiano.

Cristina Turco<sup>1</sup>, Sara Zago<sup>2</sup>, Marianna Cavinato<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Azienda Ospedaliero - Universitaria Città della Salute e della Scienza di Torino, Torino (TO)

<sup>2</sup> IRCCS San Camillo Hospital, Lido di Venezia (VE)

<sup>3</sup> Unità di Riabilitazione, Dipartimento di Neuroscienze, Università di Padova, Padova (PD)

Contatto autori: Cristina Turco – [cristina.turco451@gmail.com](mailto:cristina.turco451@gmail.com) - ORCID: 0000-0002-0736-4443

N. 2, Vol. 7 (2023) – 19:37

Submitted: 17 May 2023

Revised: 8 July 2023

Accepted: 27 October 2023

Published: 20 December 2023

Think green before you print



Distribuita con Licenza Creative Commons. Attribuzione – Condividi 4.0 Internazionale

## RIASSUNTO

### Introduzione

La figura professionale del Tecnico di Neurofisiopatologia (TNFP) è da sempre correlata all'ambito diagnostico. Tuttavia il numero di tecnici occupati nella ricerca scientifica, o in campo neuroriabilitativo, sta aumentando. Sono infatti sempre più diffuse diverse metodiche di stimolazione cerebrale utilizzate per la neuroriabilitazione ed eseguibili dal TNFP (Stimolazione Magnetica Transcranica ripetitiva, repetitive Transcranial Magnetic Stimulation - rTMS; Stimolazione a Corrente Diretta transcranica, transcranial Direct Current Stimulation - tDCS). Inoltre, differenti tecniche di registrazione dei dati funzionali (Magnetoencefalografia - MEG; Elettroencefalogramma ad Alta Densità; High Density Electroencephalogram - HD-EEG; Interfaccia Cervello-Computer, Brain Computer Interface - BCI) effettuabili dal tecnico consentono l'inserimento di questa figura professionale nel settore della ricerca scientifica.

### Obiettivo

Lo studio si propone di conoscere lo stato attuale di impiego dei TNFP Italiani, in ambito neuroriabilitativo e di ricerca scientifica.

### Materiali e metodi

È stato somministrato un questionario, distribuito su tutto il territorio nazionale tramite e-mail e canali social da parte delle commissioni d'albo dei Tecnici di Neurofisiopatologia (Ordini TSRM PSTRP) e dall'Associazione Italiana dei Tecnici di Neurofisiopatologia (AITN).

### Risultati

Dei 91 partecipanti allo studio, 49 TNFP svolgono attività in ambito neuroriabilitativo e/o di ricerca scientifica. Il maggior numero dei partecipanti, 19 su 49 (39%) è impiegato in strutture pubbliche; la tipologia di contratto più frequente è l'assunzione a tempo indeterminato (32 tecnici su 49). Alla domanda relativa alla formazione fornita durante il corso di studi, per l'impiego in tali ambiti, 13 tecnici su 49 hanno dichiarato di non aver ricevuto una preparazione adeguata, 21 di aver avuto una formazione limitata, 10 hanno definito sufficienti le basi fornite, 5 hanno risposto di essere stati adeguatamente preparati durante la Laurea triennale.

### Conclusioni

Una maggior formazione legata alla neuroriabilitazione e alla metodologia di ricerca potrebbe incrementare le competenze dei TNFP e di conseguenza aumentare gli sbocchi lavorativi in tali settori.

**Parole chiave:** tecnico di neurofisiopatologia; neuroriabilitazione; ricerca; impiego lavorativo.

## INTRODUZIONE

Il profilo professionale del Tecnico di Neurofisiopatologia (TNFP) è stato delineato dal Decreto del 15 marzo 1995, n. 183 (Regolamento concernente l'individuazione della figura e del relativo profilo professionale del Tecnico di Neurofisiopatologia). Nel Decreto il tecnico viene definito come *"l'operatore sanitario che [...] svolge la propria attività nell'ambito della diagnosi delle patologie del sistema nervoso, applicando direttamente, su prescrizione medica, le metodiche diagnostiche specifiche in campo neurologico e neurochirurgico (elettroencefalografia, elettro-neurografia, poligrafia, potenziali evocati, ultrasuoni)"* [1]. In seguito, con la Legge del 10 agosto 2000, n. 251, art. 3, comma 1, sono stati ulteriormente definiti gli aspetti propri del laureato in Tecniche di Neurofisiopatologia, descritto come l'operatore delle professioni sanitarie, dell'area tecnico-diagnostica, che svolge con autonomia le funzioni individuate dal profilo professionale (D.M. n.183/1995 e successive modificazioni e integrazioni), e dallo specifico codice deontologico [2].

Il TNFP, quindi, rientrando professionalmente nell'area tecnico-diagnostica, è sempre stato inquadrato come operatore sanitario in grado di eseguire diverse metodiche a fini prettamente diagnostici. Nel corso degli ultimi anni, tuttavia, si sono sviluppate e diffuse diverse tecniche di stimolazione cerebrale non invasive (Non Invasive Brain Stimulation - NIBS), dove con il termine "non invasivo" si intende la modalità di applicazione dello stimolo e non l'effetto da esso determinato; si tratta infatti di metodiche transcraniche, cioè applicabili dalla superficie della testa, non di stimolatori cerebrali o midollari impiantati che erogano impulsi direttamente nei centri target del sistema nervoso centrale (stimolazione cerebrale invasiva come la Deep Brain Stimulation - DBS) [3]. Tra queste metodiche figurano la repetitive Transcranial Magnetic Stimulation (rTMS) e la transcranial Electrical Stimulation (tES), ampiamente utilizzate in ambito neurologico e neuroriabilitativo, eseguibili da TNFP adeguatamente formati. Inoltre, differenti tecniche di registrazione del segnale cerebrale (Magnetoencefalografia - MEG; High Density EEG - HD-EEG; Brain Computer Interface - BCI) praticabili dalla figura del tecnico, risultano sempre più impiegate nel contesto della ricerca scientifica. L'utilizzo di tutte queste metodiche porta ad un processo ineludibile di evoluzione e di aggiornamento del profilo professionale del TNFP (in accordo con il documento di posizionamento della FNO TSRM e PSTRP, riguardante l'evoluzione dei profili professionali) [4].

Di seguito si propone una breve descrizione delle differenti metodiche di stimolazione e registrazione che possono essere eseguite dal TNFP, nonché il suo ruolo nelle diverse applicazioni.

## NIBS

Tra le tecniche di stimolazione cerebrale non invasiva, utilizzate in neuroriabilitazione, figurano la stimolazione magnetica transcranica ripetitiva (repetitive Transcranial Magnetic Stimulation, rTMS) e la stimolazione elettrica transcranica (transcranial Electrical Stimulation, tES).

Quest'ultima può essere effettuata con rumore random (transcranial Random Noise Stimulation, tRNS), con corrente alternata (transcranial Alternating Current Stimulation, tACS) e infine, la più utilizzata, con corrente continua (transcranial Direct Current Stimulation, tDCS).

### **repetitive Transcranial Magnetic Stimulation - rTMS**

La rTMS, impiegata in ambito riabilitativo, consente di stimolare determinate aree della corteccia cerebrale con treni di impulsi a diverse frequenze, tramite un coil (bobina) posto sulla testa del soggetto [5]. Il preciso posizionamento del coil può essere assicurato da un sistema di navigazione ottica in grado di garantire una stimolazione focalizzata con precisione millimetrica, consentendo agli impulsi di raggiungere specifiche strutture anatomiche [6]. La rTMS recluta i neuroni corticali in maniera indiretta, attraverso un'attivazione sinaptica da parte di interneuroni orizzontali, inducendo una modulazione dell'eccitabilità corticale attraverso un potenziamento o depressione a lungo termine (after effect Long Term Potentiation LTP, Long Term Depression LTD) [7].

Le implicazioni terapeutiche di questa metodica riguardano la depressione, l'emicrania e il disturbo ossessivo compulsivo (applicazioni approvate dalla FDA rispettivamente nel 2008, 2013 e nel 2018) [8, 9, 10], nei casi di tossicodipendenza, disturbi alimentari, disturbi del sonno e per la riabilitazione post stroke (deficit motori e afasici) [11, 12, 13, 14]. La rTMS non può essere utilizzata su pazienti portatori di impianti metallici, defibrillatori, pompe di perfusione di Baclofen e in pazienti con pregresse crisi epilettiche.

Il TNFP che svolge rTMS esegue la neuronavigazione, posiziona adeguatamente il coil, imposta i protocolli di stimolazione e presiede la seduta di stimolazione.

### **transcranial Direct Current Stimulation - tDCS**

La tDCS, diversamente dalla rTMS, non induce potenziali d'azione, ma modificazioni della funzione sinaptica (potenziali post-sinaptici eccitatori o inibitori subthreshold), dell'attività dei recettori-NMDA e di iper/depolarizzazione assonale [15]. La tDCS si esegue posizionando due o più elettrodi (high density tDCS), precedentemente imbevuti in una soluzione salina e cosparsi di gel elettroconduttore, a livello transcranico sopra la zona target, da cui viene erogata una corrente elettrica continua ad una determinata intensità (1-2 mA) per un tempo prestabilito (10-30 minuti). Nel caso della tDCS si utilizza maggiormente il sistema 10-20 per identificare l'area target in quanto le dimensioni stesse degli elettrodi (da 5 a 9 cm) non consentono una stimolazione localizzata millimetricamente. L'individuazione dell'area target, l'applicazione degli elettrodi, l'impostazione del protocollo e l'esecuzione del trattamento sono effettuabili dal TNFP.

Per quanto riguarda gli utilizzi terapeutici, sebbene la metodica non sia stata approvata dalla FDA, molti ricercatori hanno evidenziato come in base alle specifiche aree stimolate, la tDCS possa migliorare la memoria di lavoro, incrementare la plasticità cerebrale nei pazienti colpiti da ictus, modificare la percezione del dolore, influire sulla depressione e le dipendenze [16].

Da quanto finora descritto, si evince quanto il TNFP possa essere implicato nell'utilizzo di tali tecniche di stimolazione. In un recente articolo del 2021 [17], Fried et al. hanno elaborato diverse raccomandazioni per una corretta esecuzione delle NIBS, consigliando una formazione specifica suddivisa in tre classi, in base alle competenze di diversi professionisti: tecnici, clinici, scienziati. Nell'articolo, i tecnici di Elettroencefalografia o di Elettromiografia vengono menzionati come le figure più appropriate per l'esecuzione di rTMS e tDCS per sessioni sperimentali o cliniche, in seguito ad opportuna formazione.

In un lavoro di Rich et al. del 2019 [18], alcuni valutatori inesperti del Sistema 10-20 hanno seguito un breve periodo di formazione condotto da parte di un "Registered Electroencephalographic Technologist (REEGT)", per localizzare correttamente C3 e C4 nel montaggio della tDCS. In seguito al training è stato calcolato l'errore standard di diverse misurazioni (SEM) inter-valutatore e intra-valutatore. I risultati hanno mostrato bassi valori di SEM, compresi tra 0,34 cm e 0,58 cm. Questi dati, raccolti in seguito a formazione eseguita da un TNFP, avvalorano il suo operato per un corretto svolgimento delle stimolazioni transcraniche.

## HD-EEG - BCI

L'EEG ad alta densità (HD-EEG) viene registrato utilizzando delle cuffie costituite da 128/256 elettrodi (alcune fino a 512 sensori). L'alta risoluzione spaziale garantita da questi elettrodi permette una precisa ed accurata esplorazione delle regioni cerebrali. Tutte le cuffie HD-EEG sono precablate e gli elettrodi disposti (o posizionati dal tecnico in specifici allocamenti) secondo il sistema internazionale 10-10. Questi sistemi vengono utilizzati preferibilmente nelle strutture riabilitative/di ricerca che prevedono lunghe sessioni di registrazione (>30 minuti).

Il Tecnico di Neurofisiopatologia non si occupa solo della manutenzione della cuffia, della preparazione del soggetto, della registrazione e del controllo qualità del segnale, ma molto spesso partecipa attivamente anche al pre-processing e all'analisi del segnale ottenuto.

Numerosi studi hanno dimostrato l'utilità dell'informazione portata dall'HD-EEG nella localizzazione del focus epilettico nei candidati alla chirurgia [19-28]. L'HD-EEG viene, inoltre, utilizzato per indagare l'origine del segnale corticale (tramite opportuni software di analisi di sorgente) nella malattia di Parkinson, nelle ischemie cerebrali, in patologie psichiatriche e nei pazienti trattati con Deep Brain Stimulation [29,30]. Alcuni centri hanno iniziato ad utilizzare l'HD-EEG come strumento per indagare in maniera più approfondita la neurofisiologia del sonno [31].

L'hd-EEG può inoltre essere impiegato nella Brain Computer Interface (BCI), metodica che utilizza i segnali cerebrali per controllare dispositivi esterni e porta il soggetto a compiere un'attivazione volontaria dei propri ritmi, permettendo così al TNFP la registrazione di sessioni in ambito neuroriabilitativo e/o di ricerca scientifica.

## MEG

La Magnetoencefalografia (MEG) registra i campi magnetici generati dalle correnti ioniche intracellulari post-sinaptiche dei neuroni, attraverso dispositivi estremamente sensibili, gli SQUID ("Superconductive Quantum Inference Devices"), posizionati all'interno di un caschetto contenente numerosi sensori (fino a 500). Gli SQUID sono in grado di trasformare un campo magnetico molto debole (unità di misura dei femtotesla - fT) in una tensione ad esso proporzionale e facilmente registrabile; funzionano ad una temperatura di 4.2°K (-230°C) e per questo motivo devono essere immersi in una struttura criogenica contenente elio liquido, chiamata "dewar". Per attenuare il rumore magnetico ambientale ( $10^8$  fT) la MEG è posizionata dentro camere schermate magneticamente, all'interno delle quali non deve essere posto alcun oggetto metallico che inficerebbe la qualità del segnale registrato.

Secondo un lavoro di Mason et al. del 2013 [32], Il tecnico impiegato in un laboratorio MEG deve ricevere una formazione adeguata per poter assolvere diverse mansioni, tra cui preparazione del paziente, applicazione di elettrodi MEG/EEG e canali poligrafici, riconoscimento degli artefatti, utilizzo corretto dei dispositivi per la registrazione dei campi evocati magnetici (evoked magnetic field), identificazione di attività epilettica. Queste capacità elencate sono prerogativa del laureato in Tecniche di Neurofisiopatologia, difatti già nel 2011 la American Clinical Magnetoencephalography Society ha definito, nelle linee guida delle qualifiche del personale MEG/EEG, il REEGT o il Registered Evoked Potential Technician (REPT) come tecnico preferibile per l'incarico [33]. Al tecnico compete, inoltre, tutto ciò che concerne il refill dell'elio liquido e può essere coinvolto nel preprocessing e nell'analisi del segnale ottenuto.

La MEG viene utilizzata per la localizzazione del focus epilettico, per la valutazione preoperatoria nei pazienti candidati alla chirurgia dell'epilessia, per l'analisi del segnale corticale e della sua origine in numerose patologie come l'autismo, la schizofrenia, l'ictus, i traumi cranici e nel monitoraggio della somministrazione di farmaci [34]. I segnali MEG, inoltre, possono essere analizzati in termini di connettività funzionale tra diverse aree cerebrali per la diagnosi di numerosi disordini neurologici, ottenendo risultati ancora più precisi dell'HD-EEG.

## OBIETTIVO

Visto il crescente utilizzo di differenti metodiche eseguibili da un tecnico opportunamente formato, lo studio si propone di conoscere lo stato attuale di impiego dei TNFP in ambito neuro-riabilitativo e di ricerca scientifica, sul territorio nazionale italiano. Il risultato servirà a fornire una panoramica sullo stato di occupazione di quello che potrebbe divenire uno sbocco lavorativo importante per questa figura professionale.

## MATERIALI E METODI

È stato creato un questionario mediante l'utilizzo di SurveyHero®, generato dalla compagnia svizzera © 2007 - 2023 Enuvo GmbH, con conformità al GDPR UE/2018/1725, al Regolamento 2016/679-GDPR, alla direttiva 2016/680 per la protezione dei dati personali e al trattamento di pubblica sicurezza. Il questionario diffuso dal 18 Dicembre 2022 al 1 Febbraio 2023, è stato somministrato attraverso e-mail e canali social dalle commissioni d'albo dei Tecnici di Neurofisiopatologia (Ordini TSRM PSTRP) su tutto il territorio nazionale e dall'Associazione Italiana dei Tecnici di Neurofisiopatologia (AITN). Non è stato previsto alcun reclutamento di soggetti: i partecipanti sono stati informati sulle finalità dello studio e hanno aderito su base volontaria prestando il consenso al trattamento dati. I principi etici sanciti dalla dichiarazione di Helsinki sono stati rispettati. Nessuna remunerazione è stata elargita per la partecipazione.

Il questionario è stato suddiviso in quattro sezioni (vedi appendice): caratteristiche demografiche, istruzione, informazioni lavorative, impiego in ambito neuroriabilitativo/di ricerca. Le prime due sezioni definivano demograficamente i partecipanti (sesso; anno di nascita) e il livello di istruzione (sede corso di laurea; conseguimento master di I livello, laurea specialistica, master di II livello, dottorato). La terza sezione identificava lo stato di impiego del tecnico (regione lavorativa; tipologia di contratto; tipologia di struttura lavorativa; anni di servizio svolti in ambito neuroriabilitativo/di ricerca). L'ultima sezione individuava le specifiche metodiche utilizzate in neuroriabilitazione (tDCS; tACS; tRNS; rTMS), in ricerca scientifica (MEG; hd-EEG; BCI; Altro) ed eventuali pubblicazioni in merito; veniva infine richiesto un giudizio circa la formazione ricevuta, durante il corso di laurea frequentato, relativa all'argomento dello studio e se fossero stati frequentati corsi specifici post lauream per approfondire le proprie competenze.

### Analisi statistiche

Le analisi statistiche, di tipo descrittivo, sono state condotte con il software Python™ versione 3.11.2.

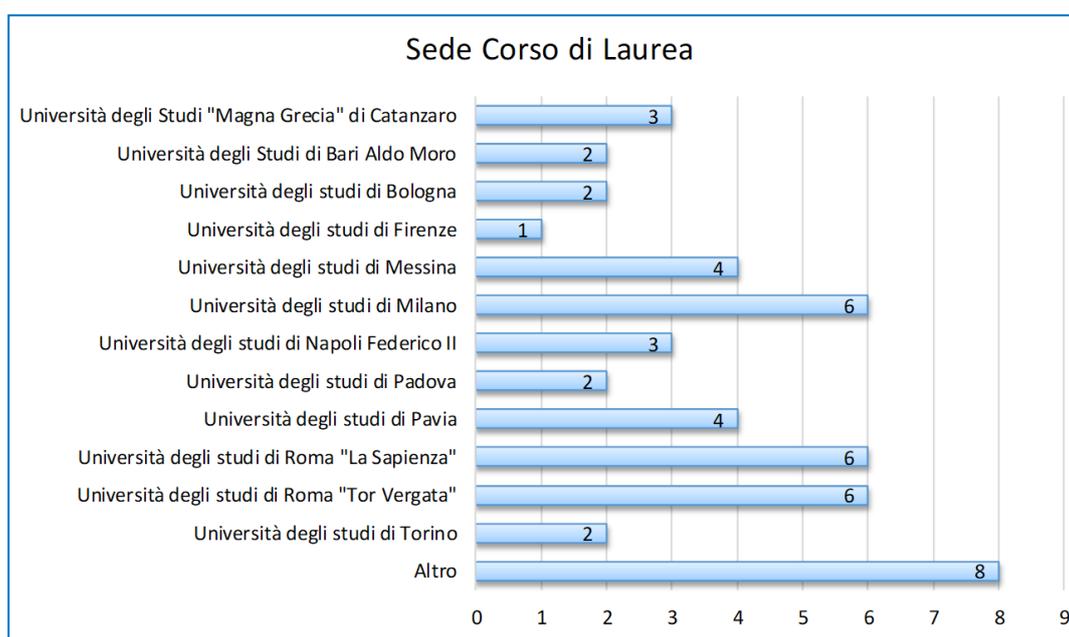
## RISULTATI

Il Preprocessing dei dati raccolti ha evidenziato la compilazione del sondaggio da parte di 91 partecipanti, 22 uomini (28-64 anni,  $42 \pm 10$ ), 69 donne (24-60 anni,  $38 \pm 11$ ). 62 hanno risposto a tutte le domande sottoposte, i restanti 29 non hanno terminato il questionario, lasciando tutti vuota la sezione delle metodiche eseguite (8 uomini, 28-52 anni,  $36 \pm 9$ ; 21 donne, 26-60 anni,  $40 \pm 11$ ). Dei partecipanti che hanno completato il sondaggio, 13 sono stati esclusi (13 donne, 24-60 anni,  $40 \pm 14$ ) poiché dalle risposte fornite, in merito alle tecniche eseguite, si evinceva che non si occupassero né di neuroriabilitazione né di ricerca scientifica, non rientrando pertanto nel perimetro di indagine. Sono dunque stati esclusi 42 tecnici in totale, 8 uomini e 34 donne, laureati tra il 1984 e il 2021 (2008 valore mediano). Di questi, 6 tecnici

hanno conseguito una Laurea Specialistica (2 uomini, 4 donne), 12 un Master di I livello (3 uomini, 9 donne), 1 un Master di II livello (1 uomo).

I Tecnici di Neurofisiopatologia che hanno risposto a tutte le domande del questionario e che effettivamente svolgono attività in neuroriabilitazione e/o ricerca scientifica sono dunque 49.

Le caratteristiche demografiche analizzate evidenziano la partecipazione allo studio di 14 uomini (30-64 anni;  $46 \pm 9$ ); 35 donne (24-57 anni;  $36 \pm 11$ ). I 49 partecipanti allo studio si sono laureati in Tecniche di Neurofisiopatologia, o hanno ottenuto un Diploma abilitante, tra il 1986 e il 2022 (2009 valore mediano). Nella *Figura 1* si possono osservare le differenti sedi dei Corsi di Laurea, con associato il numero assoluto di TNFP che ha frequentato tali Università.

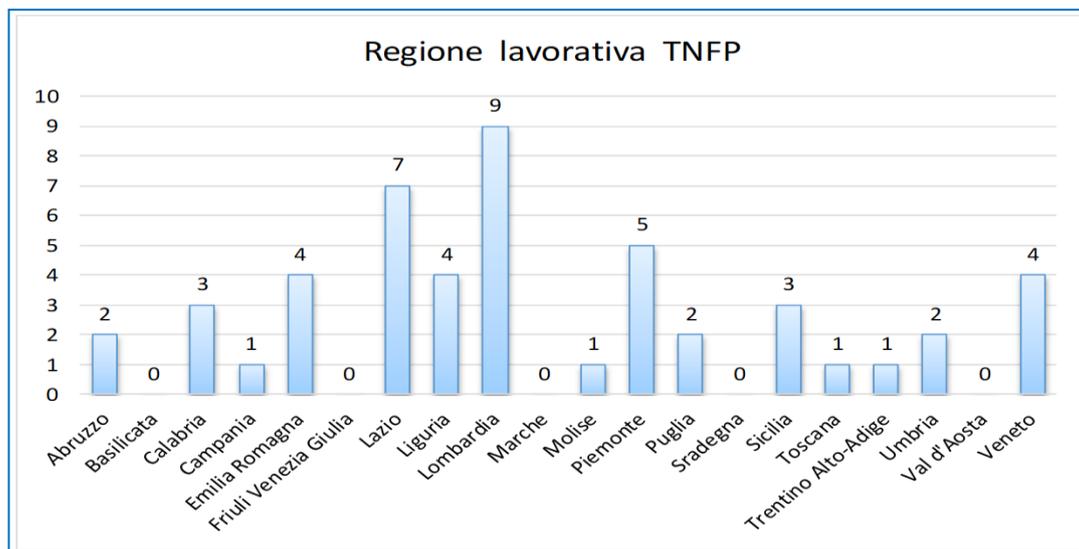


*Figura 1. Numero assoluto di TNFP suddivisi per ogni sede del Corso di Laurea frequentato. "Altro" è da riferirsi a tecnici in possesso di un diploma abilitante alla professione, antecedente all'istituzione dei Corsi di Laurea nel 2001.*

39 tecnici hanno proseguito gli studi: 17 hanno conseguito la laurea specialistica (9 uomini, 8 donne); 19 hanno conseguito un Master di I livello (8 uomini, 11 donne), 2 un Master di II livello (1 uomo, 1 donna). Solamente un tecnico ha conseguito un Dottorato di Ricerca (1 donna).

Dalle risposte fornite nella terza sezione del questionario, relativa allo stato di impiego, si è potuto osservare che sul territorio nazionale il maggior numero di tecnici di neurofisiopatologia occupati in ambito neuroriabilitativo e/o di ricerca scientifica lavora in Lombardia (9 TNFP/49, 18,4%), a seguire nel Lazio (7 TNFP/49, 14,3%), in Piemonte (5 TNFP/49, 10,2%), in Emilia Romagna (4 TNFP/49, 8,2%), in Liguria (4 TNFP/49, 8,2%), in Veneto (4 TNFP/49, 8,2%), in Calabria (3TNFP/49, 6,1%), in Sicilia (3 TNFP/49, 6,1%), in Abruzzo (2 TNFP/49, 4,1%), in Puglia (2 TNFP/49, 4,1%), in Umbria (2 TNFP/49, 4,1%), in Campania (1 TNFP/49, 2%), in Molise (1 TNFP/49, 2%), in Toscana (1 TNFP/49, 2%), in Trentino Alto-Adige (1

TNFP/49, 2%). Nella *Figura 2* si riporta una panoramica delle frequenze assolute sullo stato di impiego dei 49 TNFP in tutte le regioni italiane. Nella *Figura 3* una panoramica delle frequenze percentuali suddivisa per regioni.

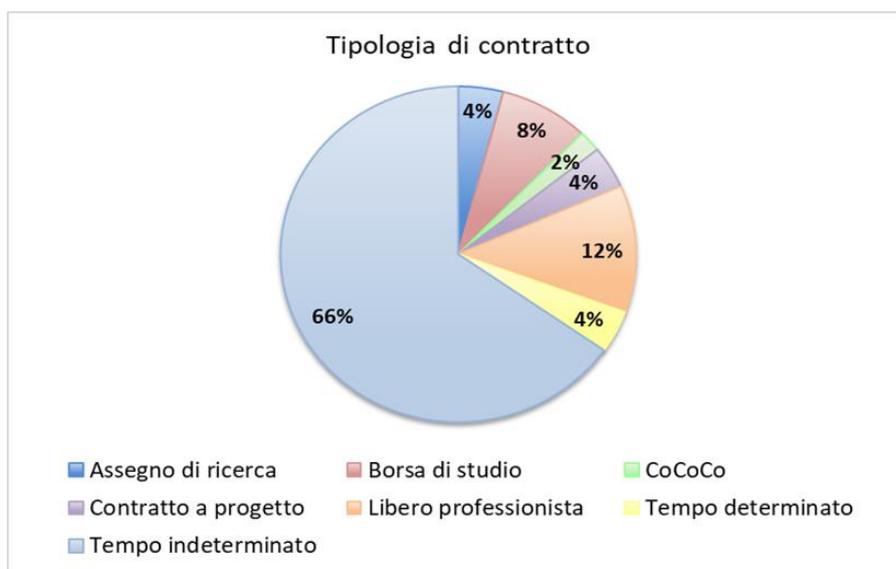


*Figura 2. Frequenze assolute dei TNFP impiegati in ambito neuroriabilitativo e/o di ricerca scientifica suddivisi per regione lavorativa.*

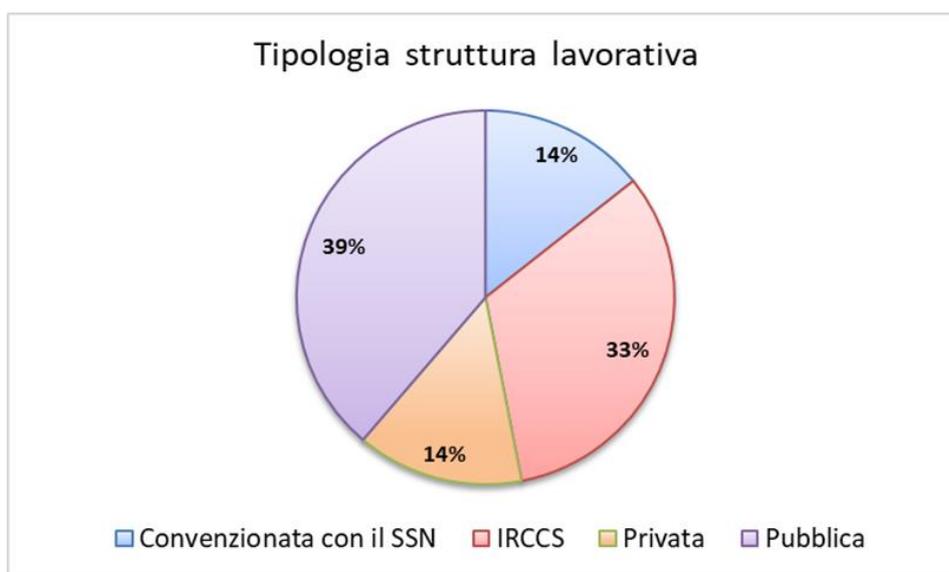


*Figura 3. Frequenze percentuali di TNFP impiegati in ambito neuroriabilitativo e/o di ricerca scientifica suddivisi per regione lavorativa.*

La maggior parte dei 49 TNFP lavora con un contratto a tempo indeterminato (32/49, 66%), seguono i liberi professionisti (6/49, 12%), le borse di studio (4/49, 8%), le assunzioni a tempo determinato (2/49, 4%), i contratti a progetto (2/49, 4%), gli assegni di ricerca (2/49, 4%) e i CoCoCo - Collaborazione Coordinata e Continuativa (1/49, 2%). *Figura 4.* 19 tecnici su 49 lavorano in una struttura pubblica del Sistema Sanitario Nazionale - SSN (39%), 16 in un Istituto di Ricerca e Cura a Carattere Scientifico (IRCCS) (33%), 7 in strutture private (14%), 7 in strutture convenzionate con il Sistema Sanitario Nazionale (14%). *Figura 5.*



*Figura 4. Grafico a torta che mostra le diverse tipologie di contratto lavorativo dei TNFP.*



*Figura 5. Grafico a torta che evidenzia le differenti strutture lavorative.*

Dei 32 tecnici con contratto a tempo indeterminato 15 lavorano in strutture pubbliche, 12 in IRCCS, 3 in strutture convenzionate con il SSN, 2 in strutture private. Dei TNFP liberi professionisti, 4 lavorano in strutture private, 1 in una struttura convenzionata con il SSN e 1 in struttura pubblica. Due dei TNFP che lavorano con borsa di studio sono impiegati in strutture pubbliche, 2 in IRCCS. Le assunzioni a tempo determinato sono 1 in struttura pubblica e 1 in struttura convenzionata con il SSN. I 2 contratti a progetto lavorano entrambi in strutture convenzionate con il SSN. Gli assegnisti di ricerca lavorano 1 in IRCCS, 1 in struttura convenzionata con il SSN, l'unico TNFP con CoCoCo lavora presso un IRCCS.

Sono stati poi presi in analisi gli anni lavorativi dei 49 TNFP, svolti in ambito neuroriabilitativo e/o di ricerca scientifica; trattandosi di dati non omogenei si è calcolato il valore modale che risulta essere di 4 anni (Figura 6).

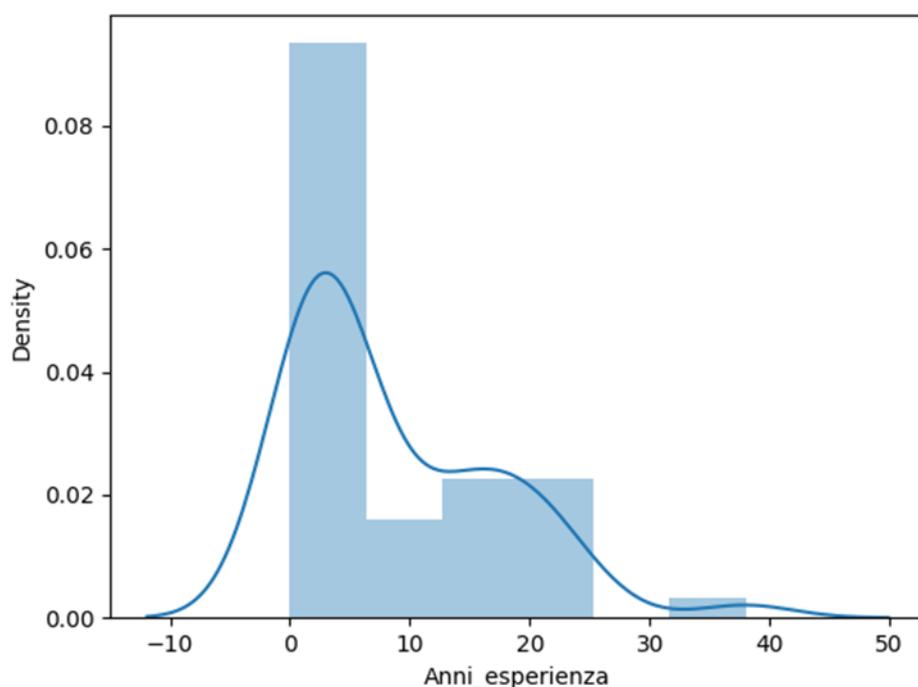


Figura 6. Distribuzione unimodale degli anni di esperienza in ambito neuroriabilitativo e/o di ricerca scientifica.

I partecipanti sono quindi stati suddivisi in classi, in base al numero di anni di esperienza lavorativa in ambito neuroriabilitativo e/o di ricerca dichiarato.

28 TNFP su 49 ha un'esperienza da 3 mesi a 5 anni, 2 TNFP da 6 a 10 anni, 8 TNFP da 11 a 15 anni, 7 TNFP da 16 a 20, 4 TNFP possiedono un'esperienza maggiore uguale a 21 anni.

Per ogni classe è stato inoltre calcolato il numero di TNFP che svolge tecniche di stimolazione cerebrale non invasiva a scopo neuroriabilitativo o si occupa di tecniche neurofisiologiche in ricerca (Tabella 1).

22 tecnici svolgono più metodiche (o in ambito neuroriabilitativo, o di ricerca, o entrambe), per tale motivo il totale delle celle supera il numero complessivo dei 49 partecipanti allo studio.

		Neuroriabilitazione		Ricerca			
Anni di esperienza	n° TNFP	tDCS	rTMS	HD-EEG	BCI	MEG	Altro
Classe I: 0-5	<b>28</b>	13	10	13	2	2	6
Classe II: 6-10	<b>2</b>	1	1	1	0	0	0
Classe III: 11-15	<b>8</b>	2	5	4	2	1	3
Classe IV: 16-20	<b>7</b>	4	4	3	1	0	1
Classe V: ≥ 21	<b>4</b>	1	2	1	1	0	1

Tabella 1. TNFP suddivisi in classi a seconda del numero di anni di esperienza dichiarato in ambito neuroriabilitativo e/o di ricerca scientifica.

30 dei 49 TNFP lavorano solo in ambito neuroriabilitativo, ovvero eseguono rTMS e tDCS, 19 svolgono solo attività di ricerca scientifica, 15 si occupano di entrambi. Dei 34 tecnici totali che lavorano in ricerca, 9 si occupano di HD-EEG, BCI, MEG, 15 effettuano studi su rTMS e tDCS, 10 altre metodiche (uno EEG quantitativo con analisi in Matlab, uno MRgFUS, 4 gait analysis, 2 polisonnografie, 2 elettromiografie, 2 monitoraggi neurofisiologici intraoperatori, 1 EEG integrato per ampiezza in sindromi pediatriche rare). 33 TNFP hanno pubblicato articoli scientifici come primo, ultimo nome o altro autore.

19 dei 49 TNFP hanno specificato il nome della propria struttura lavorativa fornendo così una panoramica nazionale più precisa e indicativa di impiego in tali settori.

Di questi, coloro che si occupano di tecniche di stimolazione cerebrale non invasive e/o di ricerca lavorano nelle strutture sotto elencate.

- **Sistema Sanitario Nazionale:** Università degli Studi di Genova (1TNFP esegue HD-EEG), Istituto Ortopedico Rizzoli di Bologna (1 TNFP svolge ricerca in monitoraggio neurofisiologico intraoperatorio), Azienda Ospedaliera S. Maria di Terni (1 TNFP svolge ricerca in EEG, Elettromiografie e Potenziali Evocati), Policlinico Tor Vergata di Roma (2 TNFP eseguono rTMS);

- **Strutture Convenzionate con il SSN:** Fondazione Istituto Neurologico Casimiro Mondino di Pavia (1 TNFP esegue HD-EEG), Ospedale Pederzoli di Peschiera del Garda (1 TNFP svolge tDCS), Ospedale San Pietro Fatebenefratelli di Roma (1 TNFP svolge tDCS); Policlinico Universitario Agostino Gemelli di Roma (1 TNFP esegue HD-EEG), Istituto S. Anna di Crotona (1 TNFP esegue rTMS e HD-EEG)

- **Centri privati:** Fondazione Don Carlo Gnocchi di Milano (1 TNFP svolge tDCS e rTMS), Brain and Care sede di Torino (1 TNFP svolge rTMS);

- **IRCCS:** Istituto Auxologico Piancavallo di Verbania (1 TNFP esegue ricerca in gait analysis e polisonnografie), IRCCS Carlo Besta di Milano (1 TNFP esegue ricerca in MRgFUS), Fondazione IRCCS Ca' Granda Ospedale Maggiore Policlinico di Milano (2 TNFP svolgono tDCS e rTMS), ICS Maugeri di Pavia (1TNFP esegue HD-EEG), IRCCS San Camillo del Lido di Venezia (1 TNFP svolge tDCS e MEG), IRCCS Neuromed di Pozzilli (1 TNFP svolge tDCS).

Successivamente è stato calcolato il rapporto tra questi 19 tecnici e il totale dei tecnici che lavora nelle stesse strutture, inclusi coloro che eseguono esami diagnostici (Tabella 2). Il totale dei TNFP che lavora nei centri sopra menzionati risulta essere 102. Il rapporto tra tecnici che hanno specificato il nome della propria struttura lavorativa e impiegati in ambito neuroriabilitativo e/o di ricerca, rispetto al totale dei tecnici impiegati negli stessi centri è quindi circa 1:5 (19%).

Nome struttura lavorativa	TNFP studio	TNFP totale
Azienda Ospedaliera S. Maria di Terni	1	5
Brain and Care sede di Torino	1	1
Fondazione Don Carlo Gnocchi di Milano	1	2
Fondazione IRCCS Ca' Granda Ospedale Maggiore Policlinico di Milano	2	10
Fondazione Istituto Neurologico Casimiro Mondino di Pavia	1	12
ICS Maugeri di Pavia	1	2
IRCCS Carlo Besta di Milano	1	15
IRCCS Neuromed di Pozzilli	1	12
IRCCS San Camillo del Lido di Venezia	1	3
Istituto Auxologico Piancavallo di Verbania	1	3
Istituto Ortopedico Rizzoli di Bologna	1	3
Istituto S. Anna di Crotone	1	2
Ospedale Pederzoli di Peschiera del Garda	1	4
Ospedale San Pietro Fatebenefratelli di Roma	1	3
Policlinico Tor Vergata di Roma	2	9
Policlinico Universitario Agostino Gemelli di Roma	1	15
Università degli Studi di Genova	1	1
<b>Totale</b>	<b>19</b>	<b>102</b>

Tabella 2. Numero di TNFP inclusi nello studio che lavorano nella corrispondente struttura lavorativa da essi specificata (TNFP studio) e numero totale di TNFP che lavorano nello stesso centro, inclusi coloro che si occupano di esami diagnostici (TNFP tot). Dati riferiti alle risposte dei partecipanti allo studio.

Ai partecipanti è stato infine richiesto un giudizio circa la formazione, fornita durante il corso di Laurea, in merito alle tecniche neuroriabilitative o al percorso di ricerca scientifica. 13 tecnici su 49 hanno dichiarato di non aver ricevuto una preparazione adeguata per l'impiego in tali ambiti; 21 hanno affermato di aver ricevuto una formazione limitata; 10 hanno definito sufficienti le basi fornite dal corso di laurea; 5 hanno risposto di essere stati adeguatamente preparati durante la triennale. 14 partecipanti su 49 hanno frequentato corsi specifici post lauream o eseguito tirocini in strutture specifiche per approfondire le proprie competenze; 10 di questi hanno seguito corsi di formazione per poter svolgere rTMS e tDCS.

## DISCUSSIONE

I Tecnici di Neurofisiopatologia regolarmente iscritti all'Ordine TSRM PSTRP sono circa 2200 (dato fornito dal Presidente CdA Tecnici di Neurofisiopatologia di Milano, nonché Presidente dell'AITN) i tecnici che hanno risposto al questionario sono stati 91. Si comprende bene come il limite di questo studio risieda nel non aver potuto raggiungere con certezza tutti i TNFP italiani occupati in ambito neuroriabilitativo e/o di ricerca scientifica. La scarsità di aderenza al sondaggio potrebbe inoltre essere imputata alla non conoscenza dell'argomento specifico da parte della popolazione interessata. Dei TNFP partecipanti allo studio, 29 non hanno terminato il questionario, lasciando tutti vuota la sezione delle metodiche eseguite; 13 hanno completato il sondaggio ma sono stati esclusi poiché dalle risposte fornite, si evinceva che non si occupassero né di neuroriabilitazione né di ricerca scientifica, ad esempio specificando l'inesperienza in tali ambiti oppure, alla domanda "anni di esperienza", rispondendo 0 anni. Sono dunque stati esclusi 42 soggetti su 91, il 46 % dei partecipanti; dati che potrebbero essere spiegati da una carente conoscenza, da parte di questi Tecnici di Neurofisiopatologia, delle metodiche oggetto di studio, compilando infatti il questionario fino a tale sezione e poi interrompendolo oppure procedendo fino al termine delle domande, verosimilmente per comprendere quali fossero le tecniche oggetto del sondaggio e infine, accorgendosi di non conoscerle, specificando l'assenza di esperienza in neuroriabilitazione o ricerca scientifica. Il dato è significativo poiché fa comprendere quanto ancora poco siano note le metodiche oggetto dello studio da parte stessa di professionisti sanitari che potrebbero essere impiegati in questi settori lavorativi.

Dallo stato di impiego nelle diverse regioni lavorative si evince che la maggior parte dei 49 TNFP lavori in Lombardia (18%) e nel Lazio (14%). Questi dati, associati a quelli forniti circa le Università frequentate, potrebbero sottendere che i TNFP formati in tali università abbiano proseguito il proprio percorso lavorativo nella regione stessa degli studi. Difatti 6 tecnici su 49 si sono laureati presso l'Università degli Studi di Milano, 4 presso l'Università degli Studi di Pavia, 6 presso l'Università degli Studi di Roma "Tor Vergata" e 6 presso l'Università degli Studi di Roma "La Sapienza", per un totale di 10 TNFP in Lombardia e 12 TNFP in Lazio, rispettivamente il 20,4% il 24,5% dei laureati partecipanti al questionario.

Il 39% dei 49 TNFP lavora in una struttura pubblica: questo interessante dato potrebbe indicare quanto il Sistema Sanitario Nazionale stia investendo in ambito neuroriabilitativo e quanto le figure dei TNFP siano sempre più coinvolte nello sviluppo scientifico. Il 66% dei 49 TNFP lavora con un contratto a tempo indeterminato, di questi 15 sono assunti in strutture pubbliche, 12 in IRCCS, 3 in strutture convenzionate con il SSN e 2 in strutture private. Questi risultati evidenziano che l'impiego dei TNFP sia di notevole importanza in laboratori di ricerca e strutture private o convenzionate, tale da portare i suddetti centri ad assegnare contratti a tempo indeterminato, piuttosto che borse di studio o contratti a progetto. Inoltre, risultano essere 33 i tecnici che hanno pubblicazioni a proprio nome: ulteriore conferma dell'inserimento di questa figura professionale all'interno del settore della ricerca scientifica.

28 TNFP su 49, ovvero il 57% dei partecipanti, hanno un'esperienza che va da 3 mesi a 5 anni, avvalorando l'idea di quanto recente sia l'impiego del Tecnico di Neurofisiopatologia in tali settori.

Data la scarsa numerosità del campione in analisi del presente studio (49 TNFP su 2200), è stato eseguito un confronto più rappresentativo tra i TNFP aderenti al sondaggio che hanno specificato la propria struttura lavorativa e il totale dei tecnici degli stessi centri (19 TNFP su 102). I dati forniti indicano comunque quanto inferiore sia il numero di TNFP dedicati all'esecuzione di tecniche di stimolazione cerebrale non invasiva e/o di ricerca scientifica rispetto ai colleghi impiegati nello svolgimento di esami diagnostici. Dei centri specificati nello studio infatti solo 1 TNFP su 5 (19%) esegue tecniche di stimolazione cerebrale non invasive o metodiche applicabili in ambito di ricerca scientifica.

Per quanto riguarda la formazione ricevuta durante il corso di Laurea, in merito alle conoscenze legate a metodiche neuroriabilitative o ad una preparazione atta all'impiego in ricerca scientifica, 21 tecnici su 49 hanno dichiarato di aver ricevuto una formazione limitata e 13 tecnici di non essere stati preparati adeguatamente. Complessivamente, dunque, il 69% dei partecipanti allo studio si è definito non formato o con preparazione limitata rispetto ad un eventuale futuro impiego in ambito neuroriabilitativo e/o di ricerca. Questo lo dimostra la necessità di 14 TNFP di ricorrere a corsi specifici post lauream o tirocini mirati a completare il proprio percorso formativo, in particolare in correlazione alle metodiche di stimolazione cerebrale non invasiva, tDCS e rTMS, più recenti in neurofisiologia.

## CONCLUSIONE

I Tecnici di Neurofisiopatologia impiegati in ambito neuroriabilitativo o di ricerca scientifica sono ancora decisamente in numero ridotto rispetto ai colleghi occupati in ambito tecnico-diagnostico (rapporto di 1:5 dei centri specificati aderenti allo studio). Tuttavia, alla luce dei risultati di questo studio, si evince che la figura professionale del TNFP stia diventando negli ultimi anni sempre più coinvolta nel campo della neuroriabilitazione e della ricerca; lo dimostrano, infatti, il maggior numero di contratti a tempo indeterminato stipulati per questo settore

e l'interesse di impiego da parte del Sistema Sanitario Nazionale. Una maggior formazione da parte delle Università, periodi di tirocinio e corsi accademici specifici post lauream, inoltre, potrebbero incrementare le competenze dei tecnici di Neurofisiopatologia, avvicinarli sempre più a tali ambiti ed accrescere gli sbocchi lavorativi per la professione.

### Ringraziamenti

Si ringrazia sentitamente la Dottoressa Miryam Bartoli, Data Scientist, per la collaborazione nell'analisi dei dati.

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] Gazzetta Ufficiale DECRETO 15 marzo 1995, n. 183. Regolamento concernente l'individuazione della figura e del relativo profilo professionale del tecnico di neurofisiopatologia. 1995.
- [2] Gazzetta Ufficiale LEGGE 10 agosto 2000, n. 251. Disciplina delle professioni sanitarie infermieristiche, tecniche, della riabilitazione, della prevenzione nonché della professione ostetrica. 2000.
- [3] Bhattacharya, A., Mrudula, K., Sreepada, S., Sathyaprabha, T., Pal, P., Chen, R., & Udupa, K. (2022). An Overview of Noninvasive Brain Stimulation: Basic Principles and Clinical Applications. *Canadian Journal of Neurological Sciences*, 49(4), 479-492. doi:10.1017/cjn.2021.158
- [4] <https://www.tsrp-pstrp.org/wp-content/uploads/2023/08/Evoluzione-profilo-professionali-Documento-di-posizionamento-TSRM-e-PSTRP-finale.pdf> (Accessed August 21, 2023).
- [5] Barker AT, Jalinous R, Freeston IL. Non-invasive magnetic stimulation of human motor cortex. *Lancet*. 1985;11(1):1106-1107.
- [6] Ruohonen J, Karhu J. Navigated transcranial magnetic stimulation. *Neurophysiol Clin*. 2010;40(1):7-17.
- [7] Jannati A, Oberman LM, Rotenberg A, Pascual-Leone A. Assessing the mechanisms of brain plasticity by transcranial magnetic stimulation. *Neuropsychopharmacology*. 2023 Jan;48(1):191-208.
- [8] Cohen SL, Bikson M, Badran BW, George MS. A visual and narrative timeline of US FDA milestones for Transcranial Magnetic Stimulation (TMS) devices, *Brain Stimul*. 2022; 15 (1): 73-75.
- [9] Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation (rTMS) Systems - Class II Special Controls Guidance for Industry and FDA Staff. 2011. Available at <https://www.fda.gov/medical-devices/guidance-documents-medical-devices-and-radiation-emitting-products/repetitive-transcranial-magnetic-stimulation-rtms-systems-class-ii-special-controls-guidance> (last access 13 April 2023).
- [10] FDA permits marketing of transcranial magnetic stimulation for treatment of obsessive compulsive disorder. 2018. Available at <https://www.fda.gov/news-events/press-announcements/fda-permits-marketing-transcranial-magnetic-stimulation-treatment-obsessive-compulsive-disorder> (last access 13 April 2023).

- [11] Somaa FA, de Graaf TA, Sack AT Transcranial Magnetic Stimulation in the Treatment of Neurological Diseases. *Front Neurol.* 2022;13:793253.
- [12] Pateraki G, Anargyros K, Aloizou AM, Siokas V, Bakirtzis C, Liampas I, Tsouris Z, Ziogka P, Sgantzos M, Folia V, Peristeri E, Dardiotis E.J. Therapeutic application of rTMS in neurodegenerative and movement disorders: A review. *Electromyogr Kinesiol.* 2022 Feb;62:102622.
- [13] Marder KG, Barbour T, Ferber S, Idowu O, Itzkoff A Psychiatric Applications of Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation. *Focus (Am Psychiatr Publ).* 2022 Jan;20(1):8-18.
- [14] Calabrò RS, Billeri L, Manuli A, Iacono A, Naro A.J. Applications of transcranial magnetic stimulation in migraine: evidence from a scoping review. *Integr Neurosci.* 2022 Jun 7;21(4):110.
- [15] Paulus W Outlasting excitability shifts induced by direct current stimulation of the human brain. *Suppl Clin Neurophysiol.* 2004;57:708-14.
- [16] Nitsche MA, Fricke K, Henschke U, Schlitterlau A, Liebetanz D, Lang N, Henning S, Tergau F, Paulus W. Pharmacological modulation of cortical excitability shifts induced by transcranial direct current stimulation in humans. *J Physiol.* 2003 Nov 15;553(Pt 1):293-301.
- [17] Fried PJ, Santarnecchi E, Antal A, Bartres-Faz D, Bestmann S, Carpenter LL, Celnik P, Edwards D, Farzan F, Fecteau S, George MS, He B, Kim YH, Leocani L, Lisanby SH, Loo C, Luber B, Nitsche MA, Paulus W, Rossi S, Rossini PM, Rothwell J, Sack AT, Thut G, Ugawa Y, Ziemann U, Hallett M, Pascual-Leone A. Training in the practice of noninvasive brain stimulation: Recommendations from an IFCN committee. *Clin Neurophysiol.* 2021 Mar;132(3):819-837. doi: 10.1016/j.clinph.2020.11.018. Epub 2020 Dec 3.
- [18] Rich TL, Gillick BT. Electrode Placement in Transcranial Direct Current Stimulation- How Reliable Is the Determination of C3/C4? *Brain Sci.* 2019 Mar 22;9(3):69. doi: 10.3390/brainsci9030069.
- [19] Lantz G, Grave de Peralta R, Spinelli L, Seeck M, Michel C.M, Epileptic source localization with high density EEG: how many electrodes are needed?, *Clinical Neurophysiology*, Volume 114, Issue 1, 2003, Pages 63-69, ISSN 1388-2457
- [20] Holmes MD, Brown M, Tucker DM, Saneto RP, Miller KJ, Wig GS, et al. Localization of extra temporal seizure with non-invasive dense-array EEG. *Pediatr Neurosurg.* 2008;44:474-9.
- [21] Yamazaki M, Tucker DM, Terrill M, Fujimoto A, Yamamoto T. Dense array EEG source estimation in neocortical epilepsy. *Front Neurol.* 2013;4:42. <http://dx.doi.org/10.3389/fneur.2013.00042>. eCollection 2013 Erratum in: *Front Neurol* 2013, 4, 132.
- [22] Storti FS, Galazzo IB, Del Felice A, Pizzini FB, Arcaro C, Farmaggio E, et al. Combining ESI, ASL, and PET for quantitative assessment of drug-resistant focal epilepsy. *Neuroimage.* 2013 Epub ahead of print.
- [23] Mégevand P, Spinelli L, Genetti M, Brodbeck V, Momkian S, Schaller K, et al. Electrical source imaging of interictal activity accurately localizes the seizure onset zone. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2014;85:38-43.
- [24] Michel CM, Murray MM, Lantz G, Gonzalez S, Spinelli L, Peralta R. EEG source imaging. *Clin Neurophysiol.* 2004 a;115:2195-222.
- [25] Brodbeck V, Spinelli L, Lascano AM, Pollo C, Schaller K, Vargas MI, et al. Electrical source imaging for presurgical focus localization in epilepsy patients with normal MRI. *Epilepsia.* 2010;51:583-91.

- [26] Zumsteg D, Friedman A, Wennberg RA, Wieser HG. Source localization of mesial temporal interictal epileptiform discharges: correlation with intracranial foramen ovale electrode recordings. *Clin Neurophysiol.* 2005;116(12):2810–8.
- [27] Lantz G, Grave de Peralta Menendez R, Gonzalez Andino S, Michel CM. Noninvasive localization of electromagnetic epileptic activity. II. Demonstration of sublobar accuracy in patients with simultaneous surface and depth recordings. *Brain Topogr.* 2001;14(2):139–47.
- [28] Brodbeck V, Lascano AM, Spinelli L, Seeck M, Michel CM. Accuracy of EEC source imaging of epileptic spikes in patients with large brain lesions. *Clin Neurophysiol.* 2009;120(4):679–85.
- [29] Buril J, Burilova P, Pokorna A, Balaz M, Use of High-Density EEH in patients with Parkinson disease treated with deep brain stimulation, *Biomedical Papers*, 2020, 164(4):366-370 | DOI:10.5507/bp.2020.042.
- [30] Seeber M, Scherer R, Wagner J, Solis-Escalante T, Müller-Putz GR. High and low gamma EEG oscillations in central sensorimotor areas are conversely modulated during the human gait cycle. *Neuroimage.* 2015 May 15;112:318-326. doi: 10.1016/j.neuroimage.2015.03.045. Epub 2015 Mar 24.
- [31] Pisarenco I, Caporro M, Prosperetti C, Manconi M, High-density electroencephalography as an innovative tool to explore sleep physiology and sleep related disorders, *International Journal of Psychophysiology*, Volume 92, Issue 1, 2014, Pages 8-15, ISSN 0167-8760, <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2014.01.002>.
- [32] Mason KM, Ebersole SM, Fujiwara H, Lowe JP, Bowyer SM. What you need to know to become a MEG technologist. *Neurodiagn J.* 2013 Sep;53(3):191-206. doi: 10.1080/21646821.2013.11079906.
- [33] Bagić AI, Barkley GL, Rose DF, Ebersole JS; ACMEGS Clinical Practice Guideline Committee. American Clinical Magnetoencephalography Society Clinical Practice Guideline 4: qualifications of MEG-EEG personnel. *J Clin Neurophysiol.* 2011 Aug;28(4):364-5. doi: 10.1097/WNO.0b013e3181cde4dc.
- [34] Hegazy M, Gavvala J. Magnetoencephalography in clinical practice. *Arq Neuropsiquiatr.* 2022 May;80(5):523-529. doi: 10.1590/0004-282X-ANP-2021-0083.

## APPENDICE

### Questionario

Caratteristiche demografiche	
1. Genere	Donna Uomo
2. Anno di nascita	

Istruzione	
3. Sede Corso di Laurea	
4. Anno di Laurea	
5. Hai conseguito un Master di I livello?	Si No
6. Hai conseguito una Laurea Specialistica?	Si No
7. Hai conseguito un Master di II livello?	Si No
8. Hai conseguito un Dottorato di Ricerca?	Si No
Informazioni lavorative	
9. Regione lavorativa	
10. Tipologia di contratto	Tempo indeterminato Tempo determinato Borsa di studio Assegno di ricerca Contratto a progetto Partita IVA Prestazione occasionale
11. Tipologia di struttura	Pubblica Privata Convenzionata con il SSN IRCCS Domiciliare
12. Anni di lavoro in ambito neuroriabilitativo/di ricerca	
Impiego in ambito neuroriabilitativo / di ricerca	
13. Metodiche utilizzate (più di una risposta selezionabile)	†DCS, †ACS, †RNS rTMS HD-EEG BCI MEG Altro

<p>14. In base alla tua esperienza, la formazione ricevuta durante il corso di Laurea, relativa alle metodiche utilizzate in ambito neuroriabilitativo/di ricerca, ha fornito una preparazione adeguata per l'inserimento in questo settore?</p>	Si Sufficientemente Limitatamente No
<p>15. Per la formazione in questo ambito, hai frequentato corsi specifici post lauream?</p>	Si No
<p>16. Hai scritto articoli scientifici (primo nome, ultimo nome, altro autore) in merito al lavoro in neuroriabilitazione o di ricerca che svolgi?</p>	Si No