



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Psicologia dello Sviluppo e della Socializzazione

Corso di Laurea Magistrale in Psicologia clinica dello Sviluppo

Tesi di Laurea Magistrale

DOLORE PEDIATRICO, PROCEDURE INVASIVE E REALTÀ VIRTUALE: UNA RICERCA ESPLORATIVA

**Pediatric pain, invasive procedures, and virtual reality: an exploratory
research**

Relatrice:

Prof.ssa Alessandra Simonelli

Laureanda: Ilaria Gadioli

Matricola n. 2053030

Anno Accademico 2022-2023

INDICE

INTRODUZIONE.....	3
CAPITOLO 1: IL DOLORE PEDIATRICO	5
1.1 Definizione e tipologie di dolore.....	5
1.2 Fattori che modificano la percezione del dolore	10
1.3 Misurazione del dolore pediatrico	14
1.3.1 Misure comportamentali.....	14
1.3.2 Misure fisiologiche.....	15
1.3.3 Misure psicologiche	16
1.4 Trattamento del dolore pediatrico	19
1.4.1 Trattamento farmacologico.....	19
1.4.2 Trattamento non farmacologico	22
CAPITOLO 2: LA REALTÀ VIRTUALE	27
2.1 Caratteristiche tecniche	27
2.2 Aspetti psicologici implicati	31
2.3 Applicazione in campo medico	34
CAPITOLO 3: LA RICERCA	39
3.1 Obiettivi di ricerca.....	39
3.2 Campione	40
3.3 Procedura.....	40
3.4 Strumenti	41
3.4.1 Strumenti psicologici.....	41
3.4.2 Parametri fisiologici	41
3.4.3 Realtà virtuale	42

CAPITOLO 4: ANALISI E RISULTATI	43
4.1 Statistiche descrittive	43
4.2 Confronti tra gruppi	46
4.3 Correlazioni	48
CAPITOLO 5: DISCUSSIONE.....	53
5.1 Interpretazione dei risultati	53
5.2 Limiti e futuri sviluppi	55
5.3 Conclusioni	56
APPENDICI.....	57
BIBLIOGRAFIA	67

ABSTRACT

La presente ricerca si è posta l'obiettivo di studiare se la tecnologia di realtà virtuale possa essere utilizzata come metodo analgesico non farmacologico aggiuntivo rispetto al protocollo standard di cura con pazienti in età pediatrica sottoposti a procedura medica invasiva (accesso intravenoso). Il campione è costituito da 18 soggetti di età compresa tra 5 e 10 anni che si erano recati, insieme a un genitore, presso il pronto soccorso e il day-hospital afferenti al reparto di pediatria dell'ospedale dell'Angelo di Mestre per consulti d'emergenza o interventi chirurgici programmati. Il campione è stato suddiviso in due gruppi: sperimentale (10 bambini), che è stato sottoposto alla visione di un breve filmato attraverso un visore di realtà virtuale durante lo svolgimento della procedura medica; e gruppo di controllo (8 bambini), che ha seguito le indicazioni delle infermiere come da protocollo standard di cura previsto dall'ospedale. Inoltre, ai bambini di entrambi i gruppi è stato chiesto di riferire, tramite due scale self-report (Wong-Baker Pain FACES Scale e Children's Fear Scale), il grado di dolore e paura percepiti sia prima della procedura sia al termine della stessa. Infine, per mezzo di un saturimetro applicato al dito, sono stati rilevati i parametri fisiologici (ossigenazione e frequenza cardiaca) osservati prima, durante e al termine della procedura.

Il presente lavoro di ricerca ha formulato le seguenti tre ipotesi. In primo luogo, ci si aspettava di osservare che la paura riferita dal gruppo sperimentale al termine della procedura fosse inferiore rispetto a quella dichiarata prima della procedura. In secondo luogo, si ipotizzava di osservare che i punteggi medi di dolore e di paura riferiti dai pazienti del gruppo sperimentale al termine della procedura fossero inferiori rispetto a quelli riportati dal gruppo di controllo. Infine, ci si attendeva che la frequenza cardiaca rilevata nei soggetti del gruppo sperimentale al termine della procedura fosse generalmente più bassa rispetto ai valori misurati nel pre-procedura.

Per quanto riguarda i risultati, si evidenzia che la paura riportata sia prima dell'inizio della procedura che al termine della stessa sia maggiore nel gruppo sperimentale rispetto al gruppo di controllo. Inoltre, rispetto al dolore misurato nel pre-procedura si osservano valori simili tra i due gruppi. Al contrario, al termine della procedura nel gruppo di controllo i valori medi sono inferiori rispetto a quelli riportati dal gruppo sperimentale. Per quanto riguarda l'ossigenazione, in media, si evidenziano valori simili tra i due gruppi

sia prima, sia durante, sia al termine della procedura. Tuttavia, osservando l'andamento dei valori nel tempo, si può notare come nel gruppo di controllo la media rimanga stabile, mentre nel gruppo sperimentale essa vada via via diminuendo. In merito alla frequenza cardiaca, nel gruppo sperimentale, si evidenziano valori più alti al termine della procedura rispetto a quelli misurati prima della stessa. In aggiunta a ciò, dal confronto fra i due gruppi emerge un unico effetto statisticamente significativo di interazione tra tempo e trattamento sulla variabile "dolore" che indica un aumento del dolore nel gruppo sperimentale col passare del tempo. Infine, dalle analisi di correlazione di Pearson sull'intero campione (senza divisione tra sperimentale e controllo) nessuna correlazione è risultata statisticamente significativa.

INTRODUZIONE

La paura è un'emozione negativa che si ipotizza sorga come allarme a fronte di una situazione di pericolo e/o di pericolo di vita (Albano, Causey, & Carter, 2000). In particolare, nella popolazione pediatrica risultano molto diffuse le paure mediche (si veda ad esempio, Ollendick, 1983). Infatti, la maggior parte dei bambini subisce una serie di trattamenti medici dolorosi già a partire dalla nascita fino all'adolescenza. Queste procedure possono includere stick del tallone, circoncisione, vaccinazioni, inserimento di cateteri, posizionamento e rimozione di tubi toracici, punture lombari (LP), estrazioni di midollo osseo (BMA), venipunture, restauri dentali, trattamenti con ferite da ustione e molte altre. Per ognuna di queste procedure dolorose, la paura e l'ansia anticipatoria dei bambini aumenta la probabilità che essi provino più dolore e angoscia durante le procedure vere e proprie (ad esempio, Blount, Piira, & Cohen, 2003; Blount, Sturges, & Powers, 1990).

A questo proposito, il dolore da ago è il tipo di dolore procedurale più comune e causa a molti bambini un notevole disagio. Le indagini hanno rilevato che più del 50% dei bambini e degli adolescenti che si sottopongono a venipuntura per un prelievo di sangue di routine provano livelli di angoscia o dolore da moderati a gravi (Fradet, McGrath, Kay, Adams, & Luke, 1990). Inoltre, i bambini più piccoli riferiscono in genere livelli maggiori di intensità del dolore (ad esempio, Goodenough, Kampel, et al., 1997) e di sgradevolezza (Goodenough et al., 1999) rispetto ai bambini più grandi.

Nella maggioranza dei casi, queste paure causano riluttanza nei bambini e anche nei loro genitori portando a rimandare, o addirittura a sospendere, alcuni esami necessari, influenzando così il processo di cura del bambino anche in futuro (Inal & Canbulat, 2015). Infatti, se il bambino ha sperimentato una procedura dolorosa in precedenza, questa esperienza può fargli provare ansia anche durante le procedure future e condizionare il grado di dolore percepito a un livello significativo.

Pertanto, durante gli interventi dolorosi applicati al bambino, è importante che gli operatori sanitari valutino e controllino adeguatamente l'intensità del dolore, nonché forniscano un intervento tempestivo ed efficace per trattarlo. Intervenendo in questo

modo sarà perciò possibile aumentare la tolleranza al dolore durante gli interventi successivi.

In riferimento a ciò, sono state sviluppate linee guida di pratica clinica basate sull'evidenza per la gestione del dolore e della paura durante le procedure con ago a cura del Gruppo Consultivo Strategico di Esperti dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS, 2010). Esse includono strategie farmacologiche, fisiche e psicologiche (McMurtry et al., 2016; Taddio et al., 2015). Per quanto riguarda gli interventi psicologici, le linee guida esistenti raccomandano l'uso di una serie di interventi cognitivi e comportamentali che sono stati ritenuti efficaci (ad esempio, soffiare bolle o la distrazione). Tra questi metodi non farmacologici, alcuni studi hanno confermato che l'uso della realtà virtuale immersiva può alleviare il dolore e la paura dei bambini di età compresa tra i 7 e i 19 anni che ricevono un trattamento medico invasivo basato su aghi (Gershon et al., 2004; Gold et al., 2006; Piskorz & Czub, 2018; Sander et al., 2002; Wolitzky et al., 2005).

Alla luce della letteratura sopra esposta, la presente ricerca si è posta l'obiettivo di testare la validità dell'utilizzo della realtà virtuale come metodo analgesico non farmacologico aggiuntivo rispetto ai protocolli standard di cura con pazienti in età pediatrica sottoposti a procedura medica invasiva (accesso intravenoso). Lo studio è stato condotto all'interno del reparto pediatrico dell'ospedale dell'Angelo di Mestre con un campione di bambini di età compresa fra i 5 e i 10 anni.

Nel primo capitolo verrà dunque discusso il tema del dolore, di cui saranno fornite una definizione e un approfondimento rispetto ai fattori che contribuiscono a modularne l'intensità, agli strumenti tramite cui può essere misurato e alle modalità con cui può essere trattato.

Il secondo capitolo, invece, si focalizzerà sulla trattazione della realtà virtuale, a partire dagli aspetti più tecnici, i costrutti psicologici che sottendono a questa tecnologia e infine le sue possibili applicazioni in campo medico.

Il terzo capitolo sarà dedicato alla ricerca, di cui verranno illustrati gli obiettivi, il campione e gli strumenti utilizzati, nonché verrà descritta la procedura tramite cui si è svolta la rilevazione. L'analisi dei dati raccolti verrà dunque esposta nel capitolo quarto. In ultimo, nel quinto capitolo verranno interpretati i risultati ottenuti alla luce della letteratura presente.

CAPITOLO 1: IL DOLORE PEDIATRICO

1.1 Definizione e tipologie di dolore¹

Il dolore è una sensazione comune e onnipresente in natura. La maggioranza degli esseri umani sperimenta molteplici e diversi dolori nel corso della propria vita. Il dolore può presentarsi come localizzato in un'area ben delimitata del corpo, oppure essere percepito come maggiormente diffuso. Inoltre, esso può provenire dall'interno dell'individuo, per esempio da ossa, muscoli, articolazioni o organi, così come dall'esterno, cioè dalla superficie della pelle. Ancora, il dolore può variare notevolmente in quanto a: qualità (e quindi essere percepito come pungente, pulsante, lacerante...); intensità (da lieve a forte); durata (da pochi secondi ad anni); frequenza (costante o ricorrente); e, infine, sgradevolezza (da un leggero fastidio a un disagio intollerabile).

Escluse rare eccezioni, dunque, quasi tutte le persone conoscono il dolore e riescono a riconoscerlo quando lo provano; eppure, queste stesse persone faticano a darne una definizione puntuale ed esaustiva. Proprio a causa di queste difficoltà, nel 1979 l'Associazione Internazionale per lo Studio del Dolore (International Association for the Study of Pain, IASP) ha deciso di istituire una Sottocommissione sulla Tassonomia. Questa aveva il preciso compito di fornire descrizioni concise dei diversi tipi di dolore, nonché di chiarire il termine stesso di "dolore". Ne è risultata una definizione articolata attraverso un'unica proposizione, seguita poi da una lunga nota, che illustra le diverse esperienze comprese nel termine. La definizione e la nota vengono riportate di seguito:

Dolore: esperienza sensoriale ed emotiva spiacevole associata a un danno tissutale reale o potenziale, o descritta in termini di tale danno.

Nota: il dolore è sempre soggettivo. Ogni individuo apprende l'applicazione della parola attraverso le esperienze legate alle lesioni subite nella prima parte della

¹ McGrath, P. A. (1990). "The multidimensional Nature of Children's Pain Experiences" (pp. 1-40). In *Pain in children: Nature, assessment, and treatment*. Guilford Press. Si veda anche: Price, D. D. (1988). "Approaching the Study of Pain" (pp. 1-17). In *Psychological and neural mechanisms of pain*. Raven Press. Si veda infine: Price, D. D. (1988). "Cognitive-Evaluative and Affective Dimensions of Pain" (pp. 50-75). In *Psychological and neural mechanisms of pain*. Raven Press.

vita. I biologi riconoscono che gli stimoli che causano dolore sono in grado di danneggiare i tessuti. Di conseguenza, il dolore è l'esperienza che associamo a un danno tissutale reale o potenziale. È indubbiamente una sensazione in una o più parti del corpo, ma è anche sempre spiacevole e quindi è anche un'esperienza emotiva. Le esperienze che assomigliano al dolore, ad esempio la puntura, ma non sono spiacevoli, non dovrebbero essere chiamate dolore. Anche le esperienze anormali spiacevoli (disestesie) possono essere dolore, ma non lo sono necessariamente perché, soggettivamente, possono non avere le qualità sensoriali abituali del dolore. Molte persone riferiscono di provare dolore in assenza di danni ai tessuti o di probabili motivi fisiopatologici; di solito ciò avviene per motivi psicologici. Di solito non c'è modo di distinguere la loro esperienza da quella dovuta a un danno tissutale se prendiamo il resoconto soggettivo. Se l'esperienza viene considerata come dolore e se viene riferita con le stesse modalità del dolore causato da un danno tissutale, deve essere accettata come dolore. Questa definizione evita di legare il dolore allo stimolo. L'attività indotta nei nocicettori e nelle vie nocicettive da uno stimolo nocivo non è il dolore, che è sempre uno stato psicologico, anche se possiamo apprezzare che il dolore ha spesso una causa fisica prossima. (IASP, 1979, pp. 249-252)

Questa definizione si articola attraverso due elementi centrali, ciascuno dei quali è, al tempo stesso, necessario e sufficiente. Si tratta di:

(a) una percezione sensoriale associata a un danno tissutale reale o potenziale. Ne deriva che il danno tissutale effettivo non è necessario per l'insorgenza del dolore. Si chiarisce, infatti, che molte persone riferiscono di provare dolore in assenza di danni ai tessuti o di probabili motivi fisiopatologici: ciò di solito avviene per motivi psicologici. Tuttavia, si specifica anche che se qualcuno riferisce dolore, e lo riferisce allo stesso modo del dolore causato da un danno tissutale, allora l'esperienza è quella del dolore;

(b) una sensazione emotiva spiacevole che accompagna questa percezione sensoriale. Pertanto, la reazione emotiva è parte integrante del dolore, non separata da esso. Reazione emotiva che, nello specifico, è connotata come negativa: si parla

infatti di spiacevolezza. A rafforzare questo concetto, nella nota, si chiarisce che le esperienze che assomigliano al dolore (a livello somato-sensoriale), ma che tuttavia non vengono vissute come spiacevoli (es. la puntura), non dovrebbero essere definite come dolore.

Infine, da questa definizione emerge che il dolore è una percezione complessa, poiché molti fattori (come aspettative, esperienze passate, cultura, storia familiare...) possono modificarne l'intensità o la sgradevolezza, dandone così una connotazione altamente soggettiva.

Un'ulteriore contributo allo studio del dolore proviene dalle ricerche di Melzack e Casey (1968), i quali hanno individuato tre dimensioni distinte dell'esperienza del dolore.

La prima è stata definita *sensoriale-discriminativa* e comprende la natura dello stimolo (termico, meccanico o chimico), la localizzazione corporea, l'intensità, nonché la durata della sensazione dolorosa. A questo proposito, il dolore presenta caratteristiche sensoriali che spesso possono essere distinte da altre sensazioni somatiche. Queste ultime, infatti, sono percepite come confinate spazialmente e temporalmente. Ad esempio, una moneta posta sulla mano viene percepita come posta sulla superficie e con confini ben definiti. Anche l'inizio e la fine di questo stimolo possono essere facilmente individuati. Al contrario, il dolore è spesso percepito come penetrante e diffuso e l'inizio e la fine dello stimolo che lo provoca non sono sempre facilmente identificabili.

La seconda dimensione è stata definita *cognitivo-valutativa* e comprende la valutazione continua dei significati rispetto a ciò che sta avvenendo e ciò che potrebbe avvenire in relazione a questa sensazione. Questi significati possono essere innumerevoli, in quanto dipendono da una molteplicità di contesti diversi, nonché da soggettività individuali diverse.

Infine, vi è la dimensione *affettivo-motivazionale*, che riguarda la reazione affettiva e la spinta motivazionale che questi significati generano nell'individuo in relazione al dolore. Come sopra citato, poiché esistono molteplici significati che possono essere attribuiti all'esperienza del dolore, anche le risposte emotive possono essere molteplici.

Nello specifico, esistono due fasi del sentimento emotivo legato al dolore. La prima è lo stadio affettivo immediato, il quale è strettamente influenzato dall'intensità della sensazione dolorosa e dall'attivazione fisiologica che la accompagna. Dal momento che

le sensazioni dolorose sono spesso percepite come diffuse e penetranti, un significato cognitivo immediato che viene attribuito ad esse è quello di intrusione. Ciò richiede pochissima riflessione e si verifica automaticamente. Le sensazioni nocicettive, quindi, sono una delle cause dirette e immediate del disturbo emotivo legato al dolore.

La seconda fase degli affetti legati al dolore si basa invece su processi cognitivi più riflessivi. Questi coinvolgono significati legati alla percezione delle implicazioni delle sensazioni nocicettive e dell'eccitazione che le accompagna. Il dolore è spesso vissuto come una minaccia per il corpo e il benessere personale. Di conseguenza, esso genera cognizioni ed emozioni negative, oltre a una resistenza al dolore stesso e sforzi per affrontare, negare o evitare la situazione che provoca dolore.

Sulla base di quanto descritto, le tre dimensioni hanno relazioni di interdipendenza e perciò coesistono come un'esperienza integrata (si veda Figura 1, Price, 1988, p. 6).

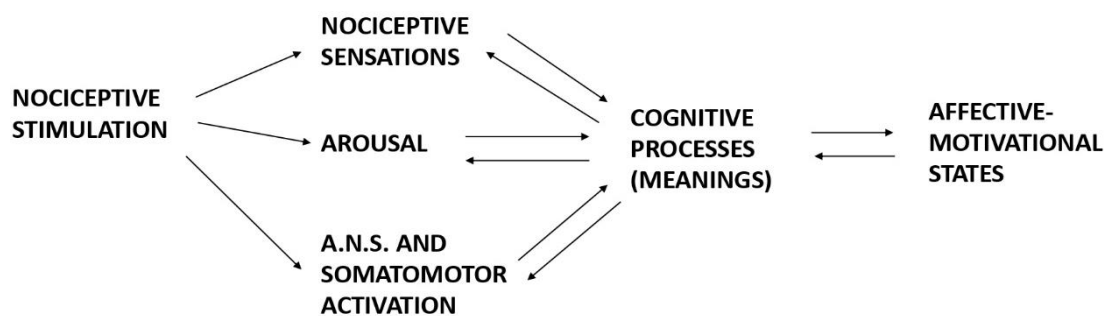


Figura 1 – Relazioni di interdipendenza fra le tre dimensioni del dolore

Per quanto riguarda i bambini, la maggior parte di loro sperimenta una serie di dolori diversi, come lividi, tagli, ossa rotte, mal di stomaco, mal di testa, mal di denti, ustioni. Inoltre, alcuni di loro provano anche dolore a causa di lesioni gravi e incidenti, dolore post-operatorio e dolore associato a malattie gravi. Come per gli adulti, anche per i bambini il dolore è un'esperienza sensoriale ed emotiva spiacevole. Già in tenera età essi ne riconoscono la natura multidimensionale. Nello specifico, descrivono il dolore sia in base alla sua spiacevolezza, sia ai suoi attributi sensoriali, come l'intensità, la qualità, la localizzazione e la durata.

Tutte le diverse esperienze di dolore dei bambini possono essere classificate in generale come dolori "acuti", "cronici" o "ricorrenti".

Il dolore *acuto* è prodotto dal danno tissutale provocato da uno stimolo nocivo (ad esempio, un'iniezione o una puntura d'ape). Ha una durata relativamente breve e di solito rappresenta un importante segnale biologico che indica che qualcosa non va. Generalmente l'intensità del dolore è proporzionale all'intensità dello stimolo nocivo, tuttavia, come discusso in precedenza, il dolore prodotto da una lesione è modificato da molti fattori oltre alla natura e all'estensione della ferita. Inoltre, è il tipo di dolore più comunemente avvertito dai bambini, così come dagli adulti. In generale, i bambini sperimentano due forme di dolore acuto: il dolore causato da incidenti che si verificano durante le loro normali attività, o il dolore causato da procedure invasive richieste durante i trattamenti medici o dentistici. Queste forme possono essere considerate come categorie distinte a causa dei diversi fattori situazionali ed emotivi che caratterizzano ciascun contesto. In particolare, i dolori che si verificano nella vita quotidiana non causano generalmente gravi ansie o paure, ma vengono accettati come parte normale della vita. I bambini, infatti, percepiscono questi dolori acuti più come il risultato occasionalmente inevitabile di cadute, sport e giochi violenti che come qualcosa da temere. Tuttavia, essi possono percepire i dolori acuti evocati durante i trattamenti medici in modo molto diverso. Spesso sentono di non avere alcun controllo sulle situazioni mediche; possono essere incerti su cosa aspettarsi; possono non capire la necessità di un trattamento che farà male, soprattutto se non si sentono malati; e possono non conoscere alcuno strumento da utilizzare per gestire l'ansia e il dolore. Questi fattori situazionali possono generare paura e ansia nei bambini, e di conseguenza portare ad un aumento nell'intensità del dolore percepito.

Il dolore *cronico* è un dolore persistente prodotto da una malattia prolungata o da una lesione. Inoltre, esso può essere un dolore che si protrae oltre il normale periodo di tempo necessario per la guarigione o che persiste senza una chiara evidenza di lesione o danno tissutale. Il dolore cronico spesso non fornisce un segnale di allarme, anche quando è associato a un processo patologico sottostante. Sebbene il dolore cronico debilitante sia un problema serio per gli adulti, la sua incidenza nei bambini è generalmente bassa, in particolare il dolore cronico che non è associato a una specifica malattia o lesione.

Infine, le *sindromi dolorose ricorrenti* sono definite come episodi frequenti di mal di testa, dolori addominali o agli arti in bambini altrimenti sani e privi di dolore. Gli episodi persistono oltre un periodo di 3 mesi e non sono sintomatici di una malattia fisica sottostante che richiede un trattamento medico. Esse costituiscono problemi più comuni per i bambini e gli adolescenti. Sebbene queste sindromi ricorrenti non rappresentino i classici stati di dolore cronico a causa della loro natura episodica, rappresentano condizioni croniche in cui la preoccupazione principale della gestione della sindrome è quella di ridurre la frequenza e l'intensità degli episodi dolorosi.

1.2 Fattori che modificano la percezione del dolore²

Il dolore che i bambini provano non è legato esclusivamente agli attributi fisici dello stimolo nocivo. Esso dipende infatti dalle specifiche caratteristiche del bambino (età, sesso, livello cognitivo, famiglia, cultura, precedenti esperienze di dolore ed emozioni) in relazione allo stimolo nocivo e alla situazione in cui viene sperimentato. Di seguito vengono riportati i principali fattori che influenzano la percezione del dolore nei bambini, i quali vengono rappresentati nel modello in Figura 2 (McGrath, 1990, pp. 22).

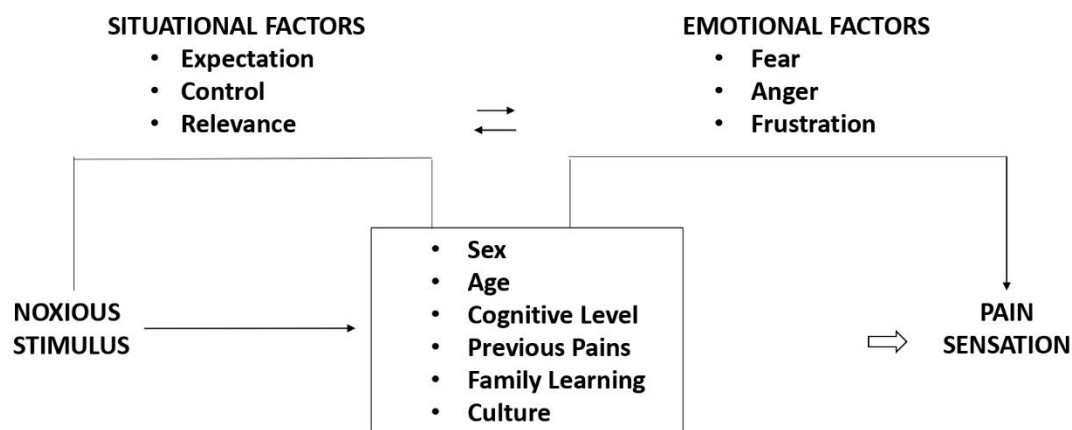


Figura 2 – Principali fattori che influenzano la percezione del dolore nei bambini

² McGrath, P. A. (1990). "The multidimensional Nature of Children's Pain Experiences" (pg. 1-40). In: *Pain in children: Nature, assessment, and treatment*. Guilford Press.

Fattori di sviluppo, di cui:

- *Età e capacità di percepire il dolore*: Sebbene lo sviluppo corticale non sia completo alla nascita e la sensibilità al dolore possa essere ridotta nelle vie nervose immature, gli studi clinici indicano che i neonati e i bambini provano dolore. In particolare, le reazioni dei neonati a uno stimolo nocivo cambiano con lo sviluppo, passando da una risposta di angoscia generale del corpo a una risposta più specifica localizzata al sito di stimolazione. Con la maturità, i bambini sviluppano una maggiore varietà di comportamenti verbali e non verbali per rispondere al dolore, come stringere le labbra, dondolarsi, strofinarsi e mostrare comportamenti agitati o aggressivi (ad esempio, calci o morsi) (Gildea & Quirk, 1977).

Sono stati condotti studi di laboratorio per valutare come la reale percezione del dolore dei bambini possa cambiare man mano che maturano. Nella ricerca di laboratorio, il dolore viene indotto sperimentalmente applicando livelli controllati di pressione, calore o stimolazione elettrica e determinando il livello minimo di stimolazione nociva al quale i bambini riferiscono per la prima volta il dolore ("soglia del dolore") o il livello massimo di stimolazione nociva che sono disposti a tollerare ("soglia di tolleranza" o "tolleranza al dolore"). Molti studi di laboratorio hanno riportato che le soglie agli stimoli nocivi aumentano con l'età, indicando che la sensibilità al dolore diminuisce con l'età (Chapman & Jones, 1944; Hall & Stride, 1954; Haslam, 1969; Schludermann & Zubek, 1962; Sherman & Robillard, 1960; Wolff & Jarvik, 1965). Tuttavia, altri studi sulla soglia del dolore negli adulti e nei bambini hanno riportato che non ci sono differenze legate all'età (Hardy, Wolff & Goodell, 1952; Sherman, 1943). È difficile dunque interpretare i risultati di molti studi sulla soglia condotti per indagare gli effetti dell'età sulla percezione del dolore, perché, pur concentrandosi sull'età cronologica, hanno ignorato il potente contributo dell'apprendimento e dell'esperienza precedente sulla percezione del dolore nei bambini. I bambini, infatti, non percepiscono gli stimoli nocivi in modo diverso solo a causa della loro età. Piuttosto, possono sperimentare dolori diversi anche a causa delle differenze nella loro comprensione degli stimoli nocivi, della diversità e dell'intensità dei dolori precedenti e dei loro atteggiamenti e aspettative. È chiaro dunque che esistono differenze nelle esperienze, nelle espressioni e nei comportamenti di dolore dei bambini, tuttavia esse sono probabilmente legate più a

differenze di sviluppo-esperienza che a semplici differenze di età. Per un approfondimento della letteratura in merito si vedano: Barr, 1983a, 1983b; Beyer & Byers, 1985; Craig, Grunau & Branson, 1988; Flannery, Sos & McGovern, 1981; Frodi & Lamb, 1978; Gelfand, 1963; Jerrett, 1985; Jerrett & Evans, 1986; McGrath & Hillier, 1989; Merskey, 1970; Notermans & Tophoff, 1967; Richards, Bernal & Brackbill, 1976; Ross & Ross, 1982, 1988; Woodrow, Friedman, Siegelau & Collen, 1972;

- *Livello cognitivo*: esso determina il modo in cui i bambini sono in grado di comprendere il dolore, il quale ha un effetto importante sulla loro percezione del dolore. Studi sulle idee e le convinzioni dei bambini riguardo il dolore hanno evidenziato la presenza di un andamento evolutivo. Jeans e Gordon (1981), ad esempio, hanno rilevato una precisa tendenza evolutiva nell'analisi dei disegni sul dolore e delle interviste condotte con 54 bambini dai 5 ai 13 anni: i concetti di dolore dei bambini sono passati da una comprensione prevalentemente concreta a una comprensione più astratta, comprendente sia aspetti fisici che psicologici;
- *esperienza pregressa di dolore*: quando i bambini maturano, in genere sperimentano un'ampia varietà di dolori che differiscono per intensità, localizzazione, durata e sgradevolezza. Inoltre, sviluppano gradualmente un repertorio di strategie per affrontarli. I bambini interpretano perciò ogni nuovo dolore in base a un quadro di riferimento in continua evoluzione. Di conseguenza, bambini della stessa età cronologica o dello stesso livello cognitivo che differiscono ampiamente nell'esperienza del dolore possono percepire alcuni dolori in modo diverso.

Gli effetti dell'età, del livello cognitivo e dell'esperienza precedente interagiscono con la risposta emotiva dei bambini a uno stimolo doloroso, cosicché la loro percezione o risposta comportamentale al dolore non può essere determinata dalla considerazione di uno solo di questi fattori.

Fattori familiari e culturali:

- *età, sesso e ordine di nascita*: spesso i genitori reagiscono in modo diverso nella stessa situazione, a seconda dell'età, del sesso e dell'ordine di nascita del bambino. Da un lato, i bambini più piccoli possono avere bisogno di maggiore rassicurazione e

sostegno, mentre quelli più grandi possono essere incoraggiati ad affrontare la situazione in modo più indipendente. Relativamente al sesso, i genitori potrebbero incoraggiare i bambini maschi a sopprimere le loro lamentele verbali sul dolore e a sviluppare metodi attivi di gestione del dolore, come lo sport e le attività fisiche. Al contrario, le bambine potrebbero essere sottilmente rinforzate per le loro lamentele sul dolore. Le ragazze potrebbero inoltre essere incoraggiate ad affidarsi a metodi più passivi di gestione del dolore, come il riposo e l'assunzione di farmaci. Infine, i genitori reagiscono spesso in modo diverso agli stessi disturbi del dolore, a seconda che si tratti del primogenito o di un figlio nato più tardi. Per il primo figlio tendono infatti a essere più ansiosi, protettivi e preoccupati per gli urti e i graffi di routine dell'infanzia rispetto ai figli successivi;

- *guadagni secondari*: i bambini imparano naturalmente dai genitori come esprimere e rispondere al dolore. Se percepiscono che i loro dolori permettono loro di ricevere un'attenzione speciale che non ricevono in altre interazioni familiari, possono iniziare a usare i loro disturbi per ottenere attenzione. Tutti i bambini possono sviluppare lamentele somatiche esagerate e vari dolori per evitare responsabilità difficili, soprattutto se i genitori rinforzano inavvertitamente i loro comportamenti dolorosi. Tuttavia, la maggior parte dei bambini non sviluppa comportamenti di dolore eccessivo, perché i loro disturbi vengono valutati e gestiti in modo accurato, senza reazioni eccessive da parte dei genitori;
- *apprendimento*: i bambini imparano abbastanza rapidamente a conoscere gli indizi che segnalano il dolore. Quando non sembra esserci una causa esterna specifica per gli episodi relativamente imprevedibili di dolore forte, i genitori spesso cercano un fattore scatenante ambientale. I bambini possono diventare ansiosi per il fatto che questi eventi neutri possano causare episodi di dolore. La vera causa del dolore è l'ansia per l'evento, non l'evento stesso. Inoltre, i bambini osservano le esperienze di dolore dei genitori e dei fratelli, i loro comportamenti e i metodi per affrontare il dolore. Di conseguenza, gli atteggiamenti e le risposte dei membri della famiglia influenzano inevitabilmente il modo in cui si sviluppano gli atteggiamenti dei bambini nei confronti del dolore e il modo in cui imparano ad affrontare i diversi tipi di dolore;
- *società e cultura*: la persona che soffre impara a esprimere le proprie reazioni osservando le reazioni dell'ambiente sociale che la circonda. I comportamenti

familiari e culturali forniscono dunque il quadro in cui i bambini imparano a interpretare i segni somatici, a evitare lesioni o malattie e ad alleviare il dolore.

Fattori situazionali ed emotivi

Il termine "variabili situazionali" si riferisce alla specifica combinazione di fattori psicologici e contestuali che esistono in una particolare situazione di dolore, come: le aspettative del bambino di ottenere sollievo dal dolore; la capacità del bambino di utilizzare una semplice strategia di coping; la percezione del controllo del bambino nella situazione; la comprensione dello stimolo che produce dolore; la rilevanza del dolore nella vita del bambino; i comportamenti dei genitori; le aspettative dei genitori sul comportamento del bambino. Queste variabili situazionali esercitano un profondo effetto sui dolori esperiti dai bambini.

1.3 Misurazione del dolore pediatrico³

Come le misure del dolore degli adulti, anche quelle dei bambini possono essere classificate come comportamentali, fisiologiche o psicologiche, a seconda della natura della risposta al dolore che viene misurata. Non tutti i metodi sono ugualmente appropriati per tutti i bambini o per tutte le condizioni di dolore. La scelta del metodo più idoneo richiede un'attenta considerazione dell'accuratezza delle misure disponibili in relazione all'età, al sesso e al livello cognitivo dei bambini, nonché alla natura dei loro problemi.

1.3.1 Misure comportamentali

Le misure comportamentali comprendono diverse procedure di osservazione in cui osservatori formati e indipendenti registrano il tipo di comportamenti che i bambini mostrano durante una situazione che induce dolore, nonché la frequenza con cui si verificano (ad esempio, il numero di minuti in cui i bambini piangono durante un'iniezione). In particolare, queste misure sono molto utilizzate per valutare le risposte

³ Wall, P. D., & Melzack, R. (1999). "Measurement and assessment of pediatric pain" (pp. 371-384). In *Textbook of pain*. Churchill Livingstone. Si veda anche: McGrath, P. A. (1990). "Pain Assessment in Infants and Children" (pp. 41-87). In *Pain in children: Nature, assessment, and treatment*. Guilford Press. Si veda infine: Price, D. D. (1988). "Measurement of Pain: Sensory-Discriminative Features" (pp. 18-49). In *Psychological and neural mechanisms of pain*. Raven Press.

manifeste dei bambini al dolore acuto prodotto da procedure mediche invasive, come ad esempio la venipuntura, lo stick del tallone o l'aspirazione del midollo osseo. La frequenza e la durata dei comportamenti di disagio che si verificano prima e durante la procedura medica sono valutate attraverso un valore numerico che rappresenta il disagio manifesto del bambino. Sebbene questo valore rappresenti un indice integrato di ansia, paura e dolore, esso viene generalmente interpretato come punteggio di dolore (Katz, Varni & Jay, 1984; Shacham & Daut, 1981). Inoltre, le risposte comportamentali risultano fondamentali per dedurre il dolore nei bambini che non sono in grado di valutarlo in autonomia. Anand e Craig (1996) hanno suggerito infatti che il comportamento dovrebbe essere considerato l'equivalente del self-report per i bambini preverbalmente. Tuttavia, questa metodologia di valutazione presenta un importante limite dato dalla difficoltà nel distinguere il comportamento dovuto al dolore da quello prodotto da altre forme di disagio, come la fame, la sete e l'ansia.

Un esempio di misura comportamentale è l'Infant Pain Behaviour Rating Scale (Craig et al., 1984). Si tratta di una scala a campionamento temporale che valuta le risposte espressive del corpo (come rigidità e calci), le vocalizzazioni e le espressioni facciali nei neonati e nei bambini piccoli. La scala presenta un'affidabilità inter-rater soddisfacente per la maggior parte degli item e una buona validità.

1.3.2 Misure fisiologiche

Generalmente, la ricerca di base sulle misure fisiologiche del dolore prevede l'applicazione di uno stimolo nocivo controllato a un volontario adulto sano. Le risposte dell'organismo a diverse intensità o durate dello stimolo vengono messe in relazione con i resoconti soggettivi del volontario per determinare se esiste una risposta corporea caratteristica che coincide con l'esperienza del dolore. Tuttavia, molti di questi studi non sono riusciti a dimostrare una correlazione inequivocabile tra i cambiamenti nelle risposte fisiologiche registrate e i cambiamenti nell'esperienza soggettiva riportata dal volontario. Per quanto riguarda l'ambito pediatrico, Melamed e Siegel (1975) hanno dimostrato che la risposta del sudore palmare è un'utile misura dell'ansia pre- e post-operatoria dei bambini. Infatti, la sudorazione aumentava proporzionalmente al livello di ansia esperito dai bambini. Inoltre, Jay e colleghi (1983) hanno scoperto che gli aumenti della frequenza cardiaca e della pressione sanguigna erano indici affidabili del livello di angoscia dei

bambini prima dell'aspirazione del midollo osseo. Tuttavia, non è ancora chiaro se i cambiamenti fisiologici che i bambini sperimentano prima e durante la stimolazione nociva siano agli effetti indicatori della loro esperienza del dolore, o siano piuttosto espressione del loro disagio emotivo generale.

Pertanto, alcuni cambiamenti fisiologici si verificano in risposta diretta alla qualità, all'intensità e alla durata di uno stimolo nocivo; altri invece si verificano in risposta allo stress e alle reazioni del bambino a tale stimolo. In virtù di ciò, alcuni autori (ad esempio, Porter, 1993) hanno sostenuto che la discriminazione tra dolore e altri tipi di disagio può essere priva di significato per i bambini e che la ricerca di una misura specifica del dolore in questo gruppo di età dovrebbe essere abbandonata a favore di una misura biologica del disagio.

1.3.3 Misure psicologiche

Le misure psicologiche includono una vasta gamma di metodi proiettivi, in cui gli atteggiamenti o le percezioni del dolore dei bambini sono dedotti dalle loro selezioni di colori, dai loro disegni e dalle loro interpretazioni di cartoni animati. Esse includono anche diversi strumenti attraverso cui i bambini descrivono direttamente i loro atteggiamenti e le loro percezioni del dolore (Abu-Saad & Holzmer, 1981; Beales, 1982; Beyer & Knapp, 1986; Eland, 1983; Jacox, 1980; Jeans, 1983b; Jerrett, 1985; Petrovich, 1957; Pothmann & Goepel, 1984; Savedra, Tesler, Ward, Holzemer & Wilkie, 1987; Savedra, Tesler, Ward, Wegner & Gibbons, 1981; Tesler, Savedra, Ward, Holzemer & Wilkie, 1988). Lo scopo comune di queste misure è ottenere informazioni oggettive sull'esperienza soggettiva del dolore dei bambini. Una prima tipologia di misura diretta è costituita dalle interviste, che possono presentarsi in forma strutturata, cioè attraverso un insieme di domande standard rivolte in modo simile a tutti i bambini. Ciò garantisce che tutti i bambini vengano intervistati in modo coerente per ottenere informazioni simili sul loro dolore e sul modo in cui esso influisce sulla loro vita e sulla loro famiglia. Diversamente, le interviste possono essere anche articolate in forma semi-strutturata, consentendo all'intervistatore di ottenere le stesse informazioni da tutti i bambini in modo coerente e al tempo stesso flessibile. Tramite quest'ultima modalità, infatti, ogni aspetto individualmente rilevante del problema può essere discusso in modo approfondito con ciascun bambino. A questo proposito, un esempio è il Children's Comprehensive Pain

Questionnaire, CCPQ (Appendice A). Un'altra tipologia di strumento di misurazione diretta del dolore pediatrico è rappresentata dalle scale di autovalutazione (self-report), attraverso cui il bambino seleziona, tra i livelli della scala, quello che descrive il suo dolore. Esse variano in base al tipo e al numero di punti di ancoraggio forniti e possono essere classificate in tre gruppi: scale analogiche visive, scale di valutazione per categorie e scale di valutazione numerica. Le scale analogiche visive (VAS) sono costituite da una linea verticale o orizzontale, di solito lunga 10 cm, con ancoraggi di tipo verbale o pittorico che indicano un continuum da assenza di dolore a dolore intenso. Gli studi hanno dimostrato che per i bambini di età superiore ai 5 anni le VAS sono misure valide e affidabili del dolore. Inoltre, le valutazioni fornite dai bambini sulle VAS correlano con quelle fornite sia dai genitori, sia da infermieri e medici (O'Hara et al., 1987; Varni et al., 1987; McGrath et al., 1990), nonché con le misure comportamentali del dolore (McGrath et al., 1985; Maunuksela et al., 1987). Le scale di categoria consistono invece in una serie di parole o immagini poste lungo un continuum dal valore crescente (ad esempio, nessun dolore, dolore lieve, dolore medio, dolore grave). A questo proposito, Wilkie et al. (1990) hanno fornito dati che suggeriscono che una scala di categoria può essere valida e utile con i bambini. In particolare, una forma di scala di categoria molto diffusa è rappresentata dalle scale a facce, in cui i punti di ancoraggio sono costituiti da volti, ognuno dei quali è associato a un valore numerico che riflette il suo ordine all'interno della serie. Esistono numerose varianti di queste scale, le quali si differenziano per diversi aspetti, tra cui il numero di facce presentate o il modo in cui esse sono disegnate o fotografate (Beyer et al., 1992). Generalmente, le scale a facce vengono preferite dai bambini rispetto a scale di altri formati (si vedano: Fogel-Keck et al., 1996; West et al., 1994). Tuttavia, un limite di interpretazione posto dalle scale di categorie verbali è che esse possono costringere i pazienti o i soggetti a scegliere una parola che in realtà non si applica alla loro esperienza e quindi a usare le parole in modo semanticamente artificiale. Ad esempio, una scala di categoria utilizzata da Melzack e Torgerson (1971) implica che quando il dolore aumenta oltre un livello descritto come "fastidioso" viene sostituito da un'esperienza descritta come "angosciante". Ad ogni modo, non si tratta di una progressione invariante nell'esperienza del dolore; infatti, è possibile che il dolore diventi intensamente frustrante, deprimente o irritante. La progressione da "angosciante" a "orribile" è altrettanto discutibile. Inoltre, questi diversi descrittori si riferiscono a emozioni umane

qualitativamente diverse, che è improbabile esistano sullo stesso continuum di intensità. Infine, la terza tipologia di scale self-report è rappresentata dalle scale numeriche, che utilizzano intervalli numerici (ad esempio, 0-5, 0-10 o 0-100) per riflettere gradi crescenti di dolore. Relativamente a ciò, risulta fondamentale ricordare che gli intervalli lungo la scala non sono necessariamente uguali e che, di conseguenza, una variazione tra 0 e 3 non è necessariamente uguale a una variazione tra 6 e 9. Sebbene a supporto di queste scale non vi sia ancora un accurato lavoro sulle loro proprietà psicometriche, esse vengono comunque adottate nei contesti clinici. Infatti, da un punto di vista pratico esse presentano dei vantaggi, in quanto non richiedono materiali particolari, sono facilmente comprensibili per gli operatori sanitari e sono facili da tracciare (ad esempio, "James ha valutato il suo dolore come 7 su 10"). Tuttavia, per un loro efficace utilizzo è necessario che i bambini padroneggino i concetti numerici.

Le scale self-report costituiscono indicatori del dolore la cui validità e affidabilità sono state supportate empiricamente (si vedano: Aradine e altri, 1988; Beyer e Aradine, 1986, 1987, 1988; Maunuksela e altri, 1987; McGrath, de Veber e Hern, 1985). Per questo motivo, quando possono essere ottenute, esse costituiscono il "gold-standard" per la gestione del dolore nella pratica clinica (Champion et al., 1998; McGrath, Unruh & Finley, 1995). Tuttavia, esse presentano due problemi principali. Innanzitutto, necessitano che il bambino abbia un livello di sviluppo cognitivo e linguistico tali da comprendere e rispondere a ciò che viene loro richiesto. Ciò esclude necessariamente tutti i bambini preverbal, ma può escludere anche molti altri bambini con specifiche caratteristiche (come ad esempio bambini con disabilità intellettive, disturbi del linguaggio o altri disturbi del neurosviluppo). Il secondo problema è che tutte le misure self-report sono soggette a distorsioni legate al contesto in cui vengono somministrate. Ad esempio, dopo un intervento chirurgico, i bambini possono negare di avere dolore perché hanno paura che se daranno una risposta affermativa saranno sottoposti ad una procedura con ago, il quale è più temuto del dolore (Eland & Anderson, 1977). Inoltre, anche il tipo di domanda e le opzioni di risposta (ad esempio, domande aperte o checklist) possono modificare in modo sostanziale le risposte del bambino (Ross & Ross, 1988). È chiaro che queste ed altre caratteristiche contestuali non possono essere eliminate dalla misurazione del dolore; nonostante ciò, è necessario essere consapevoli che un cambiamento nel contesto può influenzare in modo sostanziale la misurazione del dolore.

1.4 Trattamento del dolore pediatrico

La gestione del dolore acuto nei neonati e nei bambini richiede un'attenta valutazione non solo della fonte o del tipo di stimolo nocivo che dà inizio al dolore, bensì anche del contesto in cui esso si manifesta, nonché delle caratteristiche del singolo bambino che lo prova. Principi relativamente semplici e diretti di controllo del dolore possono essere utilizzati con bambini di tutte le età per attenuare il dolore acuto evocato sia dalle normali lesioni che subiscono, sia dai trattamenti medici a cui possono essere sottoposti. Per quanto riguarda l'ambito pediatrico, l'intervento terapeutico antalgico può essere di tipo farmacologico (cioè basato sull'uso di farmaci specifici) e non farmacologico (fisico, comportamentale e/o cognitivo) (McGrath, 1990, p. 14).

1.4.1 Trattamento farmacologico⁴

La proposta terapeutica prevede una prima valutazione dell'entità del dolore, in base alla quale viene scelto il farmaco più adeguato per potenza analgesica. A questo proposito, l'OMS ha classificato il dolore secondo tre diversi livelli di intensità (lieve, moderato e forte), per ognuno dei quali sono indicati dei farmaci adeguati per potenza analgesica secondo un principio di gradualità di intervento (Figura 3). In particolare, per il dolore lieve è previsto l'utilizzo di un farmaco analgesico non oppioide; per il dolore moderato si consigliano gli oppioidi deboli, con eventuale associazione di paracetamolo e FANS; infine, nel caso di dolore forte, i farmaci di elezione sono gli oppioidi, con eventuale associazione di adiuvanti e/o non oppioidi.

⁴ Barbi, E., Benini, F., & Messeri, A. (2010). "Il trattamento farmacologico del dolore" (pp. 49-68). In Benini, F., Barbi, E., Gangemi, M., Manfredini, L., Messeri, A., & Papacci, P. Il dolore nel bambino. Ministero della Salute. https://www.salute.gov.it/imgs/C_17_pubblicazioni_1256_allegato.pdf

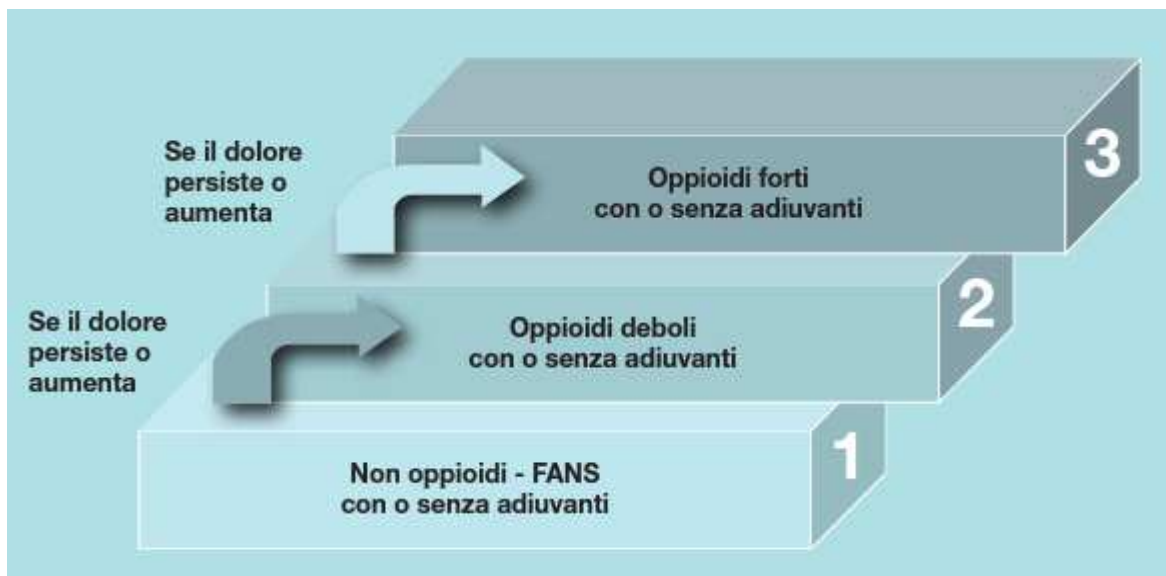


Figura 3 - Scala analgesica dell'OMS

Farmaci non oppioidi

I farmaci non oppioidi sono indicati soprattutto per il trattamento del dolore medio-lieve; tuttavia presentano buoni risultati anche nella gestione del dolore grave, se utilizzati in associazione con farmaci oppioidi. All'interno di questa categoria, i farmaci più importanti sono il paracetamolo e alcuni antinfiammatori non steroidei (FANS), come ad esempio l'ibuprofene. Il paracetamolo è il farmaco analgesico tradizionalmente più usato in età pediatrica, grazie all'ottimo rapporto costi-benefici in termini di efficacia e sicurezza. Esso infatti presenta scarsi effetti collaterali, non è gastrolesivo ed è considerato sicuro nei pazienti con disturbi della coagulazione o nel trattamento post-chirurgico dei pazienti in terapia con eparina. I farmaci antinfiammatori non steroidei (FANS), invece, presentano problemi emocoagulativi, costituendo così un fattore di rischio da considerare attentamente in fase di valutazione, in particolare nel caso di alcune situazioni cliniche (es. grave prematurità, periodo post-operatorio, presenza di patologie emato-oncologiche, presenza di traumi importanti, ecc...). Altri effetti collaterali associati ai FANS possono riguardare alterazioni della funzione renale, e di conseguenza particolare attenzione va prestata verso bambini disidratati o con precedenti disturbi a carico dei reni, nonché problemi della mucosa gastrica, che possono insorgere più frequentemente in associazione ad altre terapie o a situazioni di particolare stress. Infine, un altro aspetto che deve essere attentamente valutato nella scelta di questa categoria di

farmaci riguarda la presenza di un “effetto-tetto”: essi, infatti, superata una determinata dose non apportano più alcun beneficio aggiuntivo, ma al contrario producono un aumento degli effetti collaterali.

Farmaci oppioidi

In ambito pediatrico, i farmaci oppioidi occupano una posizione di grande rilevanza, non solo grazie alla loro efficacia, ma anche alla loro ampia possibilità di utilizzazione clinica. All'interno di questa categoria si possono individuare, da un lato, gli oppioidi deboli, di cui i più frequentemente utilizzati in età pediatrica sono codeina e tramadolo, mentre, dall'altro, gli oppioidi forti, tra cui spiccano per frequenza d'uso morfina, ossicodone, fentanil e metadone. Essi presentano numerosi vantaggi, tra cui un'efficace e intensa azione analgesica, grazie all'attenuazione delle risposte connesse all'attivazione del sistema nocicettivo, nonché un effetto sedativo. Tuttavia, ad essi sono associati anche molteplici effetti collaterali, come dipendenza fisica e psichica, problemi gastroenterici (nausea, vomito, costipazione), urinari, emodinamici (ipotensione, bradicardia) e neurologici (allucinazione, convulsioni). Proprio a causa di questi effetti collaterali, l'utilizzo degli oppioidi in ambito pediatrico è stato limitato per lungo tempo. Attualmente, invece, è possibile impostare programmi terapeutici che prevedano la presenza di questi farmaci e che siano efficaci, ma soprattutto sicuri, anche per neonati e bambini. Tuttavia, ciò può verificarsi a condizione che vengano attentamente considerati l'età e il tipo di dolore esperito dal paziente, un'adeguata metodologia di somministrazione, nonché uno stretto monitoraggio sia dell'efficacia sia dell'eventuale comparsa di effetti collaterali.

Adiuvanti

Gli adiuvanti sono annoverati tra i farmaci che negli anni recenti sono diventati parte integrante della terapia del dolore nel bambino, seppure le loro indicazioni d'uso primarie siano diverse dall'analgesia. All'interno di questa categoria, i più frequentemente utilizzati in età pediatrica sono gli antidepressivi, gli anticonvulsivanti, i neurolettici, i sedativi ansiolitici (es. benzodiazepine), gli antistaminici e i corticosteroidi.

1.4.2 Trattamento non farmacologico⁵

La terapia antalgica non farmacologica comprende molti tipi d'intervento assai diversi fra loro, che tendono a modificare molti di quei fattori che aumentano o rendono più angosciante e drammatica la sensazione dolorosa. Questi interventi possono essere classificati in fisici, comportamentali o cognitivi, a seconda che essi abbiano come obiettivo principale la modifica del sistema sensoriale, dei comportamenti o dei pensieri e delle capacità di coping dell'individuo. Tuttavia, se tale suddivisione facilita la comprensione, è necessario ricordare che le tre categorie non si escludono a vicenda. Al contrario, la maggior parte dei metodi non farmacologici varia in base alla particolare combinazione di modulazione fisica, comportamentale e cognitiva applicata. La scelta della tecnica più adeguata dipende necessariamente da fattori quali l'età del bambino, la sua capacità (ma ancor più la sua volontà) di collaborazione, la tipologia di dolore di cui soffre, nonché le risorse e le competenze disponibili all'interno del setting clinico in cui il bambino è inserito.

Interventi fisici

I metodi fisici hanno lo scopo di modificare e alterare principalmente la dimensione sensoriale del dolore, inibendo la trasmissione degli impulsi neuronali generati da uno stimolo nocivo lungo le vie nervose; modificando la ricezione degli impulsi nervosi; o attivando meccanismi interni di soppressione del dolore. Un esempio di intervento fisico è rappresentato dall'elettro-neurostimolazione transcutanea (TENS), la quale è ottenuta tramite un dispositivo che rilascia una stimolazione elettrica per mezzo di elettrodi posti sulla pelle. Questa tecnica è facile da usare e richiede poca preparazione, infatti i bambini stessi o i loro familiari possono utilizzarla dopo poche semplici istruzioni. Inoltre, essa è efficace nel trattamento del dolore procedurale e post-operatorio, così come del dolore acuto, ricorrente e cronico, soprattutto se di origine muscolare e/o neuropatica. Fra le metodiche meno invasive, invece, si può trovare il contatto corporeo, che include carezze, abbracci, massaggi della schiena, delle mani, dei piedi, della testa e dello stomaco, ma

⁵ McGrath, P. A. (1990). "Nonpharmacological Methods for Alleviating Children's Pain" (132-172). In *Pain in children: Nature, assessment, and treatment*. Guilford Press. Si veda anche Messeri, A., Benini, F., Papacci, P., & Gangemi, M. (2010). "Il trattamento non farmacologico del dolore" (pp. 39-48). In Benini, F., Barbi, E., Gangemi, M., Manfredini, L., Messeri, A., & Papacci, P. *Il dolore nel bambino*. Ministero della Salute. https://www.salute.gov.it/imgs/C_17_pubblicazioni_1256_allegato.pdf

anche movimenti ondulatori (es. vibrazioni). Rispetto a questo contatto, è importante che esso sia appropriato ai bisogni del bambino e dunque non si figuri come troppo invasivo, né a livello fisico né psicologico. Un'altra tipologia di intervento riguarda gli impacchi di caldo e/o freddo. Nello specifico, la terapia con il caldo è utilizzata prevalentemente per trattare il dolore muscolare, mentre la crioterapia è indicata per lo più nella gestione del dolore post-traumatico o a seguito di procedure invasive. Quest'ultima, inoltre, può essere attuata attraverso varie pratiche, come ad esempio blocchetti di ghiaccio, spray o guanti riempiti con acqua e ghiaccio. Infine, sono disponibili tecniche agopunturali, utilizzate soprattutto per trattare il dolore ricorrente, come cefalea e dolore addominale ricorrente. Il loro funzionamento si basa su un incremento nella produzione di oppioidi endogeni tramite la stimolazione di punti trigger. Purtroppo in ambito pediatrico queste tecniche si scontrano con limiti di applicabilità, proprio a causa dell'utilizzo degli aghi per come è previsto dalla metodologia classica di agopuntura. Tuttavia, ad oggi esistono valide alternative, come ad esempio la digitopressione, che si presentano altrettanto efficaci, ma allo stesso tempo meno invasive e pertanto più adatte ad una popolazione infantile.

Interventi comportamentali

I metodi comportamentali hanno l'obiettivo di modificare alcuni fattori emozionali, comportamentali, familiari e situazionali che possono provocare, mantenere o esacerbare il dolore del paziente pediatrico.

Essi comprendono, ad esempio, il rilassamento, che può articolarsi attraverso pratiche di yoga o meditative, oppure più comunemente, soprattutto con i bambini più piccoli, attraverso esercizi di respirazione profonda e di rilassamento muscolare progressivo. Nello specifico, quest'ultima tecnica consiste nell'insegnare ai bambini a stringere e rilassare vari muscoli, passando gradualmente da intere regioni (ad esempio, gambe, piedi, dita dei piedi e pugni) ad aree più astratte e specializzate (ad esempio, i muscoli temporali per le cefalee da tensione). Queste pratiche sono utilizzate prevalentemente durante le procedure dolorose o nel caso di malattie che causano dolore cronico. Un altro intervento di tipo comportamentale è il biofeedback, in cui l'attività elettrica non osservabile del corpo viene amplificata e tradotta in segnali uditivi o visivi osservabili. Si tratta di una tecnica molto utile in ambito pediatrico, perché consente ai bambini di ricevere un feedback immediato e diretto sullo stato del loro corpo, aiutandoli così a

distinguere tra stati corporei rilassati e tesi e facilitando l'addestramento al raggiungimento di stati rilassati. Infine, molto diffuse in ambito pediatrico sono anche l'arte e la terapia ludica che forniscono relax al bambino e gli consentono di affrontare ansia, paura e dolore, per esempio in attesa di trattamenti ospedalieri programmati. Questo soprattutto grazie alla loro capacità di assorbire il bambino, sia a livello mentale che fisico, in un'attività per lui confortevole e naturale.

Interventi cognitivi

L'obiettivo principale dei metodi cognitivi è deviare l'attenzione dal dolore, focalizzandola selettivamente su stimoli diversi o incompatibili con esso: questo rallenta e/o inibisce il processamento delle componenti sensoriale e affettiva del dolore. Di conseguenza, ciò permette al bambino di ridurre o addirittura bloccare la percezione del dolore. La distrazione è il metodo cognitivo più comunemente utilizzato per alleviare la sofferenza dei bambini, grazie alla sua semplicità e immediatezza di utilizzo: essa infatti non richiede un precedente apprendimento da parte né di chi la utilizza né del destinatario a cui è indirizzata. La caratteristica essenziale per produrre un sollievo dal dolore attraverso la distrazione è la capacità del bambino di dedicarsi completamente e concentrarsi su qualcos'altro oltre al suo dolore. Sembra infatti che l'assorbimento attivo del bambino possa essere il fattore chiave per innescare un sistema interno di soppressione del dolore. Agli effetti, dunque, il bambino non ignora semplicemente il dolore, ma lo riduce in maniera attiva. Alla luce di ciò, risulta fondamentale che lo stimolo distraente sia accuratamente scelto in modo da risultare appropriato all'età del bambino e, dove possibile, rispecchiare i suoi interessi e le sue preferenze. Inoltre, la ricerca ha evidenziato che esso si dimostra più efficace se stimola più modalità sensoriali contemporaneamente (udito, vista, tatto, movimento), nonché si dimostra capace di fornire cambiamenti di stimolazione in corrispondenza di cambiamenti nel dolore (es. aumentare la stimolazione quando il dolore aumenta) (Twycross et al., 2009, p. 72). Oltre a ciò, nel caso del dolore esperito in seguito a procedure mediche, la distrazione si rivela un efficace strumento non solo durante lo svolgimento della procedura stessa, cioè come metodologia di trattamento della sintomatologia dolorosa. Essa infatti può, e dovrebbe, essere utilizzata anche in un momento precedente alla procedura, con l'obiettivo di favorire uno stato affettivo positivo e di rilassamento nel bambino, riducendo così l'ansia anticipatoria. Ma ancora, la

distrazione si dimostra efficace anche nella fase che segue la procedura medica, migliorando il recupero (Blount, Piira & Cohen, 2003). Le strategie di distrazione più comuni utilizzate con i bambini sono: cantare, descrivere il luogo o il giocattolo preferito, giocare con i videogiochi, guardare il cartone animato preferito e descrivere un oggetto nuovo. Connessa alla distrazione, vi è la tecnica della visualizzazione, durante la quale l'individuo si concentra sull'immagine di un'esperienza o di una situazione. La descrizione che ne viene riportata non deve però consistere in una mera narrazione, bensì deve rappresentare un'immersione nelle sensazioni e nelle percezioni associate a quella esperienza. Spesso i bambini vengono guidati a ricordare e a descrivere i dettagli specifici dell'esperienza, come i colori, i suoni, i sapori e le sensazioni ad essa associate. Inoltre, si chiede loro quali siano le reazioni delle altre persone che erano presenti e li si guida a immergersi nella loro immagine come se si stesse verificando nella situazione presente. La visualizzazione, dunque, può essere considerata un metodo specifico di distrazione; allo stesso tempo, però, essa può essere considerata un metodo specifico per rilassare il corpo. Infine, un'altra tecnica cognitiva utile in età pediatrica è la desensibilizzazione, in cui il bambino, attraverso la concentrazione mentale, riesce ad abbassare la sensibilità di una precisa zona corporea (per esempio la mano per l'incannulamento o la schiena per la puntura lombare). Esempi di desensibilizzazione sono la tecnica del guanto magico” e quella “dell'interruttore”. Nel guanto magico si simula di calzare un guanto invisibile, massaggiando dolcemente la mano in cui verrà posizionato l'ago in modo da desensibilizzarla dal dolore. La tecnica dell'interruttore, invece, consiste nel focalizzare l'attenzione del bambino sul proprio corpo e, in particolare, sugli “interruttori” che controllano l'invio dei messaggi di dolore. Dopo che il bambino ha raggiunto un buon livello di concentrazione tramite il rilassamento, viene invitato a visualizzare nella sua mente un interruttore in grado di diminuire la sensibilità al dolore nella zona cutanea dove dovrà essere fatta la procedura.

CAPITOLO 2: LA REALTÀ VIRTUALE

2.1 Caratteristiche tecniche⁶

Un sistema di realtà virtuale è una combinazione di componenti hardware e software che generano una stimolazione multi-sensoriale sincronizzata. Ciò fa sì che nell'utente si crei l'illusione di trovarsi fisicamente in uno spazio tridimensionale in cui egli può interagire con gli oggetti e gli agenti in esso presenti (es. persone, animali e personaggi immaginari) (Riva, Wiederhold e Mantovani, 2019; Bailenson, 2018). Per definizione, dunque, un sistema di realtà virtuale prevede il coinvolgimento di tutti i canali sensoriali, compresi gusto, olfatto, propriocezione e interocezione. Tuttavia, al momento attuale, i sistemi di realtà virtuale più diffusi si concentrano principalmente sulla stimolazione di vista, udito e tatto. Le componenti fondamentali di un sistema di realtà virtuale includono il software, che costituisce l'ambiente virtuale in sé, il computer che lo alimenta, le periferiche di input e le periferiche di output. In particolare, le periferiche di input vengono utilizzate per comunicare al computer le azioni eseguite dall'utente all'interno dell'ambiente virtuale. Il computer elabora le informazioni ricevute e genera stimoli sensoriali che vengono successivamente trasmessi all'utente attraverso le periferiche di output. Questo processo crea un ciclo continuo di feedback tra le percezioni dell'utente e le azioni che intraprende, consentendogli così di interagire in tempo reale con l'ambiente virtuale creato dal computer. Proprio questo ciclo chiuso tra sensazione e azione è alla base di una delle più importanti proprietà di un sistema di realtà virtuale: la interattività. Essa può essere definita come la possibilità di adattare dinamicamente la stimolazione sensoriale fornita dal dispositivo alle azioni effettuate dall'utente. In altre parole, una simulazione in realtà virtuale è considerata interattiva se l'utilizzatore può esercitare un controllo attivo sulla stimolazione attraverso i movimenti del proprio corpo (ad esempio della testa e/o delle mani). Un esempio concreto a questo proposito si ha quando l'utente volta lo sguardo girando la testa e a questo movimento corrisponde un "aggiustamento" dinamico delle immagini presentate sullo schermo. Il risultato di tale processo è che gli oggetti virtuali

⁶ Riva, G., Gaggioli, A. (2019). "La realtà virtuale" (pp. 25-36). In *Realtà virtuali: gli aspetti psicologici delle tecnologie simulate e il loro impatto sull'esperienza umana*. Giunti Psychometrics, Milano.

appaiono “fissi” sullo sfondo, allo stesso modo in cui gli oggetti nel mondo reale non “cambiano” la loro posizione quando ruotiamo la testa.

Segue un breve approfondimento delle componenti sopra citate.

Il computer

Il computer deve possedere una potenza e una efficienza tali da poter elaborare, in tempo reale, i complessi algoritmi richiesti dai costanti aggiornamenti grafici dell'ambiente virtuale. Questa continuità di aggiornamento fa sì che la riproduzione delle immagini visive proceda in modo fluido, evitando che l'utente percepisca scatti tra due immagini consecutive. Inoltre, è necessario che questo flusso continuo di immagini sia ripetutamente adattato e sincronizzato con i movimenti dell'utente. Infatti, qualora tale sincronizzazione non fosse sufficientemente scorrevole, l'esperienza percepita dall'individuo potrebbe non solo risultare poco credibile, ma anche generare fastidiose sensazioni di nausea, conosciute come *simulation sickness* o *cybersickness*.

L'ambiente virtuale

L'ambiente virtuale è essenzialmente un software progettato per generare un modello interattivo tridimensionale di un contesto reale. Questo ambiente virtuale è definito da una serie di parametri, tra cui il tipo di illuminazione, la palette dei colori, la selezione dei materiali e le texture, che rappresentano le immagini utilizzate per rivestire le geometrie dei modelli.

Le periferiche di output

Le periferiche di output si distinguono a seconda del canale sensoriale che si propongono di stimolare, comprendendo pertanto display visivi, uditivi, tattili, gustativi e olfattivi. I moderni sistemi di realtà virtuale utilizzano principalmente i display visivi: ciò è dovuto al fatto che la maggior parte delle azioni coscienti dell'essere umano è supportata proprio dalla vista, la quale, coerentemente, è anche il senso maggiormente rappresentato a livello cerebrale. Le periferiche visive più comuni nei sistemi di realtà virtuale sono i caschi virtuali, che devono presentare due caratteristiche essenziali: a) isolare il mondo fisico dal campo visivo dell'utente; e b) offrire una visione omnidirezionale, consentendo così di orientare lo sguardo in tutte le direzioni. Più nel dettaglio, un tipico visore virtuale è

composto da due piccoli display integrati in un dispositivo indossabile simile a un paio di occhiali o a un elmetto. Per quanto riguarda invece le periferiche uditive, esse sono impiegate per generare ambienti sonori tridimensionali e creare effetti di surround. La maggior parte dei computer in commercio ad oggi è già equipaggiata con una scheda audio in grado di produrre tali effetti.

Le periferiche di input

Le periferiche di input sono progettate in modo tale da rendere il controllo delle azioni che l'utente compie nell'ambiente virtuale il più naturale e intuitivo possibile. Le tipologie di dispositivi di input disponibili ad oggi variano sulla base del livello di complessità d'interazione previsto dalla specifica applicazione utilizzata. Il livello più basilare di interazione è la navigazione (definita *walk-through*), per la quale sono sufficienti dispositivi come il mouse, il joystick o il tracciamento della testa (*head-tracking*). Il livello intermedio di interazione consente di spostare gli oggetti virtuali. Questa funzione richiede che il software sia in grado di calcolare le relazioni spaziali tra le strutture geometriche coinvolte, come la distanza tra i loro baricentri o la collisione tra le loro superfici esterne. In questo modo si può evitare ad esempio la penetrazione di oggetti solidi, un fenomeno che, se esperito in un ambiente di realtà virtuale, si scontrerebbe con l'esperienza pregressa dell'utente generando in lui un senso di straniamento. Ad esempio, l'uso di un sistema di tracciamento del movimento (*hand-tracking*) permette di far corrispondere un puntatore virtuale alla mano reale e di calcolare di conseguenza le collisioni tra la mano virtuale e gli oggetti nell'ambiente. Infine, il livello di interazione più avanzato favorisce la manipolazione e la modifica degli oggetti, richiedendo dunque l'uso simultaneo di dispositivi di tracciamento della testa e delle mani, insieme a sensori per le dita in grado di rilevare i movimenti di prensione.

Come proposto da Bailenson (2018), La Trofa (2018) e Montagnana (2018), i sistemi di realtà vengono comunemente classificati in quattro categorie principali: immersivi, non immersivi, di telepresenza e di realtà aumentata/mista. In particolare, i sistemi di realtà virtuale di tipo immersivo sono così denominati poiché sono progettati per indurre nell'utente la sensazione di essere immerso all'interno dell'ambiente virtuale, separandolo parzialmente o completamente dal contesto fisico in cui si trova. I sistemi immersivi più

diffusi sono rappresentati dai “classici” caschi virtuali, con l’aggiunta di un sensore in grado di monitorare i movimenti della testa dell’utente. Inoltre, tali caschi virtuali spesso includono anche auricolari stereofonici così da creare un’esperienza audio tridimensionale coinvolgente. I sistemi non immersivi, invece, impiegano monitor standard e solitamente sono privi di dispositivi di tracciamento della testa. In questa tipologia di esperienza, dunque, l’utente osserva l’ambiente virtuale attraverso uno schermo, simile a una “finestra”, rappresentato appunto dal monitor, e interagisce con gli elementi virtuali utilizzando dispositivi come un joystick, una tastiera o un mouse, in maniera molto simile all’interazione tipica dei videogiochi. Questi sistemi di realtà virtuale sono particolarmente diffusi sul mercato, grazie al costo relativamente basso e alla facilità d’uso che offrono. Per quanto riguarda i sistemi di telepresenza, essi offrono agli utenti la possibilità di eseguire operazioni manuali in luoghi che sono spesso difficilmente accessibili o pericolosi, grazie all’uso di telecamere e dispositivi robotizzati. Alcuni esempi di applicazioni di tali sistemi comprendono esplorazioni spaziali o subacquee, così come l’esecuzione di procedure di microchirurgia non invasiva. È importante notare che i sistemi di telepresenza possono anche essere integrati con tecnologie di realtà virtuale immersiva per migliorare ulteriormente l’esperienza interattiva. Infine, il concetto di realtà virtuale aumentata si riferisce a una varietà di sistemi in cui gli stimoli visivi sono proiettati direttamente attraverso occhiali o schermi dotati di videocamere, consentendo di sovrapporre elementi virtuali all’ambiente fisico circostante. Per garantire un’esperienza percettiva fluida e realistica nella realtà aumentata, è necessario utilizzare tecniche avanzate di *computer vision*. Nello specifico, queste tecniche consentono: a) il riconoscimento in tempo reale degli oggetti nell’ambiente fisico circostante; b) la ricostruzione di forme di varia complessità, consentendo la rappresentazione accurata degli oggetti virtuali; c) l’identificazione delle sorgenti luminose diffuse nell’ambiente reale per ottenere un’illuminazione coerente; d) la stima delle condizioni di illuminazione globale per rappresentare in modo realistico gli oggetti “aumentati”, compresi gli effetti di ombreggiatura che questi oggetti proietterebbero se fossero oggetti fisici reali; e) l’allineamento dinamico degli oggetti virtuali alla struttura geometrica dello spazio circostante, garantendo una corretta interazione tra gli elementi virtuali e quelli reali. Queste tecnologie avanzate di *computer vision* sono fondamentali per creare un’esperienza di realtà aumentata convincente e coinvolgente. A questo proposito,

esistono diverse soluzioni tecnologiche che permettono di visualizzare le informazioni di realtà aumentata, tra cui l'uso di proiettori digitali per aggiungere forme, texture e colori agli oggetti reali, come spesso si vede in spettacolari proiezioni su edifici e monumenti. Tuttavia, la forma più completa di realtà aumentata è rappresentata dall'uso di visori indossabili, che si integrano direttamente con il sistema percettivo dell'utente.

Il termine realtà mista, invece, è un concetto più ampio che abbraccia l'intero spettro dei sistemi di simulazione, includendo sia la realtà virtuale che la realtà aumentata.

2.2 Aspetti psicologici implicati⁷

La realtà virtuale non si limita solamente a essere un insieme di dispositivi informatici, ma rappresenta principalmente una nuova modalità di interazione tra l'uomo e la macchina, come affermato da Ellis (1994) e Steuer e Reeves (1992). Questa forma di comunicazione innovativa non solo trasmette esperienza e conoscenza, come evidenziato da Morganti & Riva (2006), ma offre agli utenti un coinvolgimento unico. Infatti, la realtà virtuale si differenzia da altri mezzi di comunicazione, come ad esempio la fotografia o il cinema, poiché, come sottolineato da Bricken (1992), essa permette agli utenti di diventare protagonisti dell'esperienza offerta, passando dalla sensazione di “star percependo un'informazione” alla sensazione di “essere in un luogo di informazione”. Secondo la studiosa, questa esperienza illusoria diventa possibile grazie alla peculiare relazione inclusiva che si instaura tra l'utente e l'ambiente virtuale (Bricken, 1992). In altre parole, nei sistemi di realtà virtuale, ogni azione dell'utente si traduce in informazioni che modificano l'ambiente virtuale, creando così nuovi scenari comunicativi (Biocca, Harms, Burgoon, 2013). Questo risultato è ottenuto grazie a due elementi distintivi della realtà virtuale, ovvero il livello di immersività e il senso di presenza, i quali, sebbene spesso confusi, rappresentano concetti separati che saranno di seguito approfonditi.

In riferimento alla realtà virtuale, l'immersione è il termine che indica il livello oggettivo di fedeltà sensoriale di un sistema di realtà virtuale. Essa è oggettiva e misurabile, di

⁷ Riva, G., Gaggioli, A. (2019). “La presenza: essere dentro una tecnologia” (pp. 83-106). In *Realtà virtuali: gli aspetti psicologici delle tecnologie simulate e il loro impatto sull'esperienza umana*. Giunti Psychometrics, Milano. Si veda anche: Pallavicini, F. (2020). “La realtà virtuale come interfaccia esperienziale” (pp. 24-34). In *Psicologia della realtà virtuale. Aspetti tecnologici, teorie e applicazioni per il benessere mentale*. Mondadori Università.

conseguenza è possibile confrontare e valutare il livello di immersione di sistemi diversi (Sanchez-Vives, Slater, 2005). Inoltre, è determinata sia dal software che dagli hardware utilizzati (Bowman, MacMahan, 2007). In particolare, secondo alcune teorie, il grado di immersione è strettamente associato al numero e all'ampiezza dei canali sensoriali e motori connessi al sistema, nonché all'estensione e alla fedeltà delle stimolazioni sensoriali e degli input motori (ad esempio, il movimento della testa e del corpo per effettuare comandi) (Bohil, Alicea, Biocca, 2011). In questa prospettiva, l'immersione è determinata dunque da due fattori principali. Il primo è definito realismo sensoriale (*sensory fidelity*) e si riferisce al grado di congruenza tra le informazioni sensoriali prodotte da un sistema di realtà virtuale, che includono percezioni uditive, visive, aptiche, tattili e motorie, e le corrispondenti percezioni nel mondo reale (Biocca, 1997). A questo livello, per migliorare il livello di immersione è possibile espandere la gamma di stimoli visivi e migliorare la fedeltà della visualizzazione, ad esempio attraverso l'incremento del campo visivo e l'ottimizzazione della risoluzione dell'immagine (Ragan et al., 2015). Un'altra strategia utile consiste nell'uso di un audio spazializzato tridimensionale, così che la percezione della direzione del suono risulti invariante rispetto all'orientamento della testa (Naef, Staadt, Gross, 2002; Poeschl, Wall, Doering, 2013). Il secondo fattore che influenza l'immersione è il realismo dell'interazione (*interaction fidelity*), che indica il grado con cui è possibile replicare le interazioni del mondo reale all'interno di un sistema di realtà virtuale (McMahan et al., 2012). È possibile aumentare questo aspetto utilizzando interfacce che presentano una stretta corrispondenza tra le azioni sensoriali e motorie prodotte dall'utente e i relativi effetti generati nell'interfaccia virtuale. Ciò fa sì che i cambiamenti nella stimolazione sensoriale rispondano in maniera naturale ai movimenti del corpo, come quelli della testa e delle mani (Bohil, Alicea, Bioca, 2011). In sintesi, il livello di immersione in un sistema di realtà virtuale è il risultato della sinergia tra il realismo sensoriale e il realismo dell'interazione, e può essere soggetto a miglioramenti mediante l'adozione di varie tecniche e approcci tecnologici.

Il secondo elemento distintivo della realtà virtuale è il senso di presenza, che è definito come la risposta psicologica di un utente all'interno di un sistema di realtà virtuale. Questo aspetto è intrinsecamente soggettivo e condizionato dal contesto, di conseguenza diversi utenti possono esperire differenti livelli di presenza utilizzando lo stesso sistema di realtà virtuale. Allo stesso tempo, un singolo utente può sperimentare livelli di presenza diversi

con lo stesso sistema in momenti differenti, influenzato dal proprio stato d'animo e da altri fattori individuali (Bowman & McMahan, 2007). In generale, in letteratura sono state identificate diverse forme di presenza in ambienti di realtà virtuale, ciascuna relativa ad aspetti distinti, come lo spazio fisico, l'interazione sociale e l'esperienza personale. La presenza spaziale riguarda la sensazione soggettiva di trovarsi fisicamente all'interno di un ambiente virtuale ed è stata definita come lo "stato psicologico in cui l'individuo perde l'iniziale consapevolezza della mediazione della tecnologia, tanto da sentirsi all'interno del mondo virtuale" (Morganti, Riva, 2006). La presenza sociale, invece, nell'ambito della ricerca sugli ambienti virtuali, fa riferimento a un costrutto psicologico che riflette l'esperienza soggettiva di vicinanza e connessione con altri individui (Biocca, 1997). Si tratta dunque della sensazione di condividere lo spazio virtuale con altre persone o entità (essere con) ed è definita come lo "stato psicologico in cui l'individuo percepisce se stesso come esistente all'interno di un ambiente interpersonale" (Blascovich, 2002). Ne deriva che maggiore è la presenza di "altri" (ad esempio, individui, creature, personaggi) nell'ambiente virtuale e la loro interazione con l'utente, maggiore sarà la sensazione di esistenza all'interno di esso da parte dell'individuo (Blascovich, 2002; Heeter, 1992). Infine, l'auto-presenza (*self-presence*) indica il "modello mentale degli utenti di sé stessi all'interno del mondo virtuale, e in particolare in riferimento all'effetto a breve o lungo termine dell'ambiente virtuale sulla percezione del proprio corpo (ad esempio, schema corporeo o immagine del corpo), stati fisiologici, stati emotivi e identità" (Biocca, 1997). Essa si verifica perciò quando gli utenti non riconoscono la virtualità della loro rappresentazione, cioè quando non percepiscono alcuna distinzione tra loro stessi e la loro rappresentazione digitale (avatar) (Eastwick, Gardner, 2009; Gee, 2008; Lee, 2004).

Approfondendo ulteriormente il concetto di presenza, cosa differenzia l'essere presenti in un luogo fisico dall'essere presenti in un luogo virtuale? Diverse teorie emerse nel campo delle neuroscienze e corroborate da evidenze sperimentali suggeriscono che la nostra mente funziona come una "macchina predittiva" il cui scopo principale è minimizzare il livello di incertezza (Clark, 2016). Per raggiungere tale obiettivo, la mente umana crea una serie di simulazioni e modelli mentali che vengono utilizzati per fare previsioni. Ciò che è stato recentemente sottolineato da Riva, Wiederhold e Mantovani (2019, pp. 88-89) è che questo principio può essere applicato anche alla realtà virtuale. In altre parole, l'esperienza virtuale cerca di anticipare le conseguenze sensoriali dei movimenti degli

utenti, mostrando loro una scena virtuale analoga a quella che percepirebbero nel mondo reale. Dunque, per essere realistica, la realtà virtuale deve essere in grado di replicare il modello cognitivo del cervello il più accuratamente possibile: più il modello virtuale è simile al modello mentale, maggiore è il senso di presenza che l'individuo sperimenta nell'ambiente virtuale. Si può perciò affermare che il senso di presenza nell'ambiente virtuale è generato dalla capacità della realtà virtuale di prevedere i processi simulativi della mente umana e di creare contenuti digitali coerenti con tali previsioni. Ne deriva pertanto che più la previsione risulta accurata, più l'utente si sentirà immerso nell'ambiente virtuale che sta sperimentando, pur rimanendo consapevole che tale ambiente non è reale. Al contrario, quando il modello simulativo utilizzato dalla realtà virtuale non coincide con quello mentale dell'utente, si verifica una sensazione di straniamento simile a quando il sistema simulativo della mente commette un errore di previsione. Riassumendo, si può affermare che il senso di presenza sperimentato in un ambiente virtuale dipende, da un lato, dalle abilità simulative della mente umana e, dall'altro, dalla capacità della tecnologia di anticiparle e adattare l'ambiente virtuale di conseguenza.

2.3 Applicazione in campo medico

Diversi studi hanno mostrato risultati positivi dell'efficacia della realtà virtuale nel trattamento di numerose condizioni cliniche, come i disturbi d'ansia (Gerardi et al., 2008), le fobie (Parsons & Rizzo, 2008), il disturbo da stress post-traumatico (Keane et al., 1989), i disturbi alimentari (Riva et al., 1999) e la gestione del dolore (Hoffman et al., 2004; Maani et al., 2011; Schmitt et al., 2011; Cole et al., 2009; Li et al., 2007). Inoltre, nell'ultimo decennio sono stati registrati alcuni successi significativi per l'uso della realtà virtuale nel trattamento del dolore acuto e da lesioni traumatiche come metodo aggiuntivo per il controllo del dolore (Maani et al., 2011; Schmitt et al., 2011; Carrougher et al., 2009; Maani et al., 2011b; Van Twillert et al., 2007; Chan et al., 2007; Wolitzky et al., 2005; Sander Wint et al., 2002). Gli studi che riportano il suo uso per altre forme di dolore, come ad esempio il dolore cronico, sono tuttavia meno numerosi.

Una delle frontiere più promettenti dell'applicazione della realtà virtuale in campo medico riguarda l'uso della terapia virtuale come alternativa, o complemento, al trattamento farmacologico tradizionale. Nello specifico, la terapia virtuale coinvolge il paziente in

esperienze interattive mirate a distrarre la sua attenzione e, di conseguenza, a ridurre la sua percezione soggettiva del dolore. Questa tecnica è stata sviluppata per la prima volta negli anni Novanta dallo psicologo Hunter Hoffman dell'Università di Washington nell'ambito del trattamento delle ferite da ustione. Il ricercatore, insieme al suo team di collaboratori, ha sviluppato "SnowWorld" (letteralmente "mondo nevoso"), che consiste in un'esperienza virtuale strutturata attraverso un paesaggio completamente ghiacciato. In essa il paziente deve esplorare l'ambiente e partecipare ad un gioco in cui deve colpire dei bersagli con palle di neve. Questo scenario è stato volutamente progettato in modo da controbilanciare la sensazione di dolore e disagio che i pazienti spesso vivono durante le procedure di medicazione, nonché immergerli virtualmente in un mondo rinfrescante, evitando così di far rivivere loro il trauma originario dell'ustione.

Sono state proposte diverse teorie per spiegare perché la distrazione può inibire o diminuire la percezione del dolore. Nel 1965, Melzack e Wall proposero la "Gate Control Theory" che sostiene che le attività del sistema nervoso centrale (ad esempio, attenzione, emozione, memoria) svolgono un ruolo nella percezione sensoriale. Quando i segnali di dolore attraversano il corpo, devono passare attraverso "cancelli nervosi" prima che il corpo possa determinare il livello di consapevolezza. In altre parole, il livello di attenzione prestato al dolore, l'emozione associata al dolore e l'esperienza passata con il dolore giocano tutti un ruolo cruciale nel determinare il modo in cui il dolore viene interpretato a livello soggettivo. In seguito, McCaul e Malott (1984) hanno ampliato questa teoria descrivendo la limitata capacità di attenzione dell'essere umano. Hanno affermato che un individuo deve prestare attenzione a uno stimolo doloroso affinché questo venga percepito come tale. Pertanto, se un individuo è distratto, la percezione del dolore diminuisce. Infine, Wickens (2008) ha proposto la teoria delle risorse multiple, secondo la quale le risorse dei diversi sistemi sensoriali funzionano in modo indipendente. Di conseguenza, è meglio utilizzare distrazioni multisensoriali e ciò supporta la natura della realtà virtuale, che si basa appunto sull'integrazione di distrazioni sensoriali multimodali (visive, uditive, tattili e olfattive). La natura multisensoriale dell'ambiente virtuale attira dunque l'attenzione dei partecipanti lontano dagli stimoli visivi, uditivi e tattili del "mondo reale" spingendola verso il "mondo virtuale". Inoltre, la presentazione di un ambiente virtuale tramite un display montato sulla testa impedisce la percezione visiva degli stimoli nel mondo reale offrendo così ulteriori vantaggi rispetto ad altre forme

di distrazione. Ad esempio, infatti, i bambini sottoposti a vaccinazione mentre erano distratti da un cartone animato hanno guardato il cartone in media solo per due terzi della procedura, nonostante i promemoria dell'infermiere e i cartelli affissi che richiamavano l'attenzione sul televisore (Cohen et al., 1997).

Di seguito si riportano alcune applicazioni della realtà virtuale nel trattamento del dolore.

Cura delle ustioni

L'uso della realtà virtuale per attenuare il dolore e l'ansia durante le procedure di medicazione delle ustioni è tra i più studiati della tecnologia VR. Nel 2000, Hoffman et al. hanno riportato un caso di studio che esaminava l'efficacia della realtà virtuale rispetto a un videogioco standard per due adolescenti (16 e 17 anni) sottoposti alla cura delle ferite da ustione. La realtà virtuale è risultata in grado di ridurre i livelli di dolore, l'ansia e il tempo trascorso a pensare al dolore. Inoltre, Das et al. (2005) hanno condotto uno studio randomizzato di controllo, in cui hanno confrontato le cure standard (analgesia) con la realtà virtuale in aggiunta all'analgesia in un campione di bambini (5-18 anni) durante la cura delle ferite da ustione. È emerso che l'analgesia abbinata alla realtà virtuale risultava più efficace nel ridurre il dolore e l'angoscia rispetto alla sola analgesia. Più di recente, Hoffman e colleghi (2008) hanno analizzato l'uso di un sistema di realtà virtuale resistente all'acqua durante la procedura di *debridement* per 11 pazienti (9-40 anni). I risultati hanno evidenziato che la realtà virtuale contribuiva ad abbassare le valutazioni del dolore, nonché ad aumentare le valutazioni del divertimento per coloro che avevano riferito di sentirsi coinvolti nel gioco virtuale.

Dolore oncologico

La tecnologia della realtà virtuale è stata studiata anche per diminuire il dolore, la spiacevolezza e l'ansia associati a procedure e trattamenti oncologici dolorosi comuni, come la chemioterapia, la puntura lombare e l'accesso venoso. Uno studio di Schneider e Workman (2000) ha esaminato 11 bambini (di età compresa tra 10 e 17 anni) sottoposti a chemioterapia con e senza realtà virtuale. L'82% dei bambini ha dichiarato che il trattamento con la realtà virtuale era migliore rispetto ai trattamenti precedenti e che avrebbe voluto utilizzarla durante i trattamenti successivi. Inoltre, Sander Wint et al. (2002) hanno studiato l'uso della realtà virtuale durante la puntura lombare su un

campione di 30 adolescenti (di età compresa tra 10 e 19 anni). Sebbene i punteggi del dolore fossero più bassi nella condizione VR, le differenze non erano statisticamente significative. In aggiunta, uno studio di Gershon et al. (2004) su bambini e adolescenti che necessitavano di un accesso venoso ha confrontato la distrazione VR, la distrazione non VR (computer) e lo standard di cura. I risultati hanno indicato che la distrazione VR era significativamente migliore rispetto alle cure standard in termini di riduzione dell'eccitazione fisiologica (ad esempio, della frequenza cardiaca) e della valutazione del dolore. È stato infine dimostrato che la realtà virtuale riduce l'angoscia per i sintomi e la percezione del tempo trascorso a sottoporsi alla chemioterapia (Schneider et al., 2010; Schneider et al., 2004).

Procedure mediche di routine

Gold et al. (2006) hanno esaminato l'uso della realtà virtuale con 20 bambini (8-12 anni) che dovevano essere sottoposti a una risonanza magnetica per via endovenosa. I bambini sono stati assegnati in modo casuale a una delle due condizioni: standard di cura (anestetico topico) o realtà virtuale presentata tramite dispositivo montato sulla testa in aggiunta allo standard di cura. Mentre i bambini nella condizione di controllo hanno registrato un aumento del dolore di quattro volte, i bambini nella condizione di realtà virtuale non hanno riportato cambiamenti significativi nell'intensità del dolore tra il momento precedente e quello successivo al posizionamento dell'anestetico. Inoltre, i caregiver hanno mostrato di preferire la condizione con l'uso della realtà virtuale, in termini di cooperazione con il bambino e di riduzione del dolore. La condizione sperimentale ha ricevuto anche valutazioni più soddisfacenti da parte dei bambini, dei loro assistenti e dell'infermiere che ha eseguito la procedura.

Dolore durante il travaglio

Un recente studio (Baradwan et al., 2022) ha evidenziato che la realtà virtuale può ridurre efficacemente l'ansia e le sensazioni dolorose nelle donne durante il travaglio. Infatti, una percentuale significativa di donne che hanno provato la realtà virtuale si è dichiarata più soddisfatta e ha espresso interesse a utilizzarla in un successivo travaglio. La realtà virtuale potrebbe dunque essere un metodo preferibile per la gestione del dolore durante

il travaglio grazie alla sua natura non farmacologica, al rapporto costo-efficacia e all'assenza di effetti collaterali.

Dolore da arto fantasma

Rispetto alla terapia a specchio, ossia la più comunemente utilizzata nel trattamento del dolore da arto fantasma, la terapia con la realtà virtuale offre svariati vantaggi. Per esempio, essa consente una maggiore libertà di manipolazione dell'arto mancante, mentre nella terapia standard i movimenti sono limitati all'arto intatto e a quello fantasma che si muovono contemporaneamente. Il sistema VR, invece, è in grado di incorporare ritardi temporali per creare l'impressione che l'arto virtuale si muova indipendentemente da quello reale. Inoltre, a differenza della terapia a specchio, la terapia VR può essere utilizzata in persone con entrambi gli arti mancanti, poiché non richiede che l'arto presente sia riflesso; al contrario, è possibile seguire i movimenti del moncone del paziente (Rajendram et al., 2022).

CAPITOLO 3: LA RICERCA

3.1 Obiettivi di ricerca

La presente ricerca si è posta l'obiettivo di studiare se la tecnologia di realtà virtuale potesse essere utilizzata come metodo analgesico non farmacologico aggiuntivo rispetto al protocollo standard di cura con pazienti in età pediatrica sottoposti a procedura medica invasiva (accesso intravenoso). Nello specifico, questo protocollo prevede l'utilizzo di una miscela eutettica di anestetici locali (EMLA) da mezz'ora a un'ora precedente allo svolgimento della procedura.

La ricerca di Chen e colleghi (2021) riporta che l'utilizzo della realtà virtuale contribuisce a migliorare la tensione psicologica dell'utente. Inoltre, numerosi studi hanno confermato che l'uso della realtà virtuale immersiva può alleviare il dolore e la paura dei bambini di età compresa tra i 7 e i 19 anni che ricevono un trattamento medico invasivo basato su aghi (Gershon et al., 2004; Gold et al., 2006; Piskorz & Czub, 2018; Sander et al., 2002; Wolitzky et al., 2005). Per queste ragioni, si prevedeva che la paura riferita dal gruppo sperimentale al termine della procedura fosse inferiore rispetto a quella dichiarata prima della procedura. Al contrario, fra i soggetti del gruppo di controllo non ci si attendeva questo effetto. Inoltre, ci si aspettava di osservare che i punteggi medi di dolore e di paura riferiti dai pazienti del gruppo sperimentale al termine della procedura fossero inferiori rispetto a quelli riportati dal gruppo di controllo.

Inoltre, la frequenza cardiaca è stata utilizzata come misura fisica valida del disagio in diversi studi precedenti (ad esempio Jay, Elliott, Fitzgibbons, Woody & Siegel, 1995; Stark et al., 1989). Di conseguenza, in virtù dell'effetto positivo della realtà virtuale sul dolore e la paura esperiti dai bambini, ci si aspettava che la frequenza cardiaca rilevata al termine della procedura nei soggetti del gruppo sperimentale fosse generalmente più bassa rispetto ai valori misurati nel pre-procedura.

Riassumendo, le ipotesi che caratterizzano il presente lavoro di ricerca sono:

Ipotesi 1: Si ipotizza di osservare che la paura riferita dal gruppo sperimentale al termine della procedura sia inferiore rispetto a quella dichiarata prima della procedura;

Ipotesi 2: Si ipotizza di osservare che i punteggi medi di dolore e di paura riferiti dai pazienti del gruppo sperimentale al termine della procedura fossero inferiori rispetto a quelli riportati dal gruppo di controllo;

Ipotesi 3: Si ipotizza di osservare che la frequenza cardiaca rilevata nei soggetti del gruppo sperimentale al termine della procedura fosse generalmente più bassa rispetto ai valori misurati prima della procedura.

3.2 Campione

Il campione era costituito da 18 soggetti di età compresa tra 5 e 10 anni ($M_{età} = 6.725$, $DS_{età} = 1.515$), suddiviso in gruppo sperimentale e gruppo di controllo. Il gruppo sperimentale ($n = 10$, $M_{età} = 6.70$, $DS_{età} = 1.64$) era composto per il 60% da maschi ($n = 6$) e per il 40% da femmine ($n = 4$). Il gruppo di controllo ($n = 8$, $M_{età} = 6.75$, $DS_{età} = 1.39$), invece, consisteva per il 37.5% di maschi ($n = 3$) e per il 62.5% di femmine ($n = 5$). Si trattava di bambini che, accompagnati da un genitore, si erano recati presso il pronto soccorso e il *day-hospital* afferenti al reparto di pediatria dell'ospedale dell'Angelo di Mestre, nel periodo compreso fra gennaio e giugno 2023, per consulti d'emergenza o interventi chirurgici programmati.

3.3 Procedura

I bambini e i loro genitori sono stati avvicinati nella sala d'attesa del reparto, dopodiché sono stati spiegati loro gli obiettivi e le modalità di svolgimento dello studio, a cui è seguito infine un esplicito invito a prendervi parte. Se entrambi acconsentivano, veniva firmato il consenso informato e al bambino veniva mostrato come utilizzare le due scale self-report. In aggiunta, ai bambini facenti parte del gruppo sperimentale veniva mostrato il visore di realtà virtuale e spiegato loro che durante lo svolgimento della procedura medica avrebbero visionato un breve video.

Al contrario, i soggetti del gruppo di controllo, durante la procedura, avrebbero seguito le indicazioni delle infermiere come da protocollo standard di cura previsto dall'ospedale.

I genitori sono rimasti con i loro bambini sia durante la raccolta dei dati sia durante la procedura medica. Per quanto riguarda le valutazioni sul dolore e sulla paura, i dati sono stati raccolti in due momenti: (1) immediatamente prima della procedura e (2)

immediatamente dopo la fine della procedura. Rispetto ai parametri fisiologici, invece, i dati sono stati rilevati anche durante lo svolgimento della procedura dolorosa, in particolare al momento dell'inserimento dell'ago.

3.4 Strumenti

3.4.1 Strumenti psicologici

La Wong-Baker Pain FACES Scale (WBPFS, Appendice B) è composta da sei facce stilizzate in bianco e nero che rappresentano vari gradi di dolore, a partire dall'estremo a sinistra che corrisponde a "nessun dolore" fino all'estremo di destra che indica "il peggior dolore possibile". La scala ha mostrato consolidate prove di affidabilità, validità e capacità di rilevare il cambiamento (Stinson et al., 2006).

La Children's Fear Scale (CFS, Appendice C) si basa sulla Faces Anxiety Scale sviluppata da McKinley e colleghi (2003) per misurare l'ansia o la paura negli adulti in terapia intensiva. Si tratta di una scala a singolo item costituita da una fila di cinque volti, neutri dal punto di vista del sesso. All'estremità a sinistra si ha un volto senza paura (neutro) mentre all'estremità a destra vi è un volto che mostra una fortissima paura. Al valutatore è chiesto di rispondere indicando quale dei cinque volti corrisponde al suo livello di ansia o paura. I volti in scala sono stati disegnati da un grafico in base ai cambiamenti dei muscoli facciali coinvolti in un'espressione di paura (Ekman & Friesen, 1978) e basati su fotografie di volti che mostrano un aumento della paura. Studi ne hanno evidenziato prove a favore di una buona validità di costrutto (compresa la validità convergente concomitante e alcune prove di validità discriminante), di affidabilità inter-rater e di affidabilità test-retest (McMurtry et al., 2011).

3.4.2 Parametri fisiologici

Attraverso l'utilizzo di un saturimetro applicato al dito del paziente sono state monitorate l'ossigenazione e la frequenza cardiaca. In particolare, sono stati trascritti i valori osservati all'inizio e al termine della procedura medica, nonché al momento in cui veniva inserito l'ago.

L'ossigenazione rappresenta il rapporto tra l'ossigeno presente nel sangue e la quantità massima di ossigeno che può essere trasportata dal sangue agli organi e ai tessuti. Indica

se i polmoni stanno funzionando bene e quindi il sangue si carica di ossigeno. I valori di saturazione del sangue sono normalmente compresi tra il 95% e il 100%.

La frequenza cardiaca (FC) è invece la velocità delle contrazioni, o pulsazioni, del cuore misurate dal numero di battiti al minuto (bpm). La frequenza cardiaca normale per un bambino tra i 6 e i 12 anni a riposo è compresa tra 60-110 bpm.

3.4.3 Realtà virtuale

Ai soggetti del gruppo sperimentale veniva proposto di indossare un visore di realtà virtuale stand-alone. La parte hardware è stata fornita da Pico Interactive, Inc, nello specifico è stato utilizzato il “Pico G2 4K”. Il software è stato sviluppato interamente da “Apice Sistemi”. Il dispositivo è stato utilizzato tramite Kiosk Mode, un blocco software che permette l’uso esclusivo del software di Apice senza possibilità di accedere al sistema operativo di base (Android).

Per quanto riguarda il video proiettato, si trattava di un cartone animato, sonoro ma non parlato, il cui protagonista è un impavido coniglietto che si muove tra i ghiacci di un paesaggio montano. All'improvviso compare dal cielo una navicella spaziale da cui scendono due alieni dotati di una particolare antenna in grado di sparare un potente raggio laser. I due esseri si rivolgono perciò verso l'osservatore, ma il coniglietto si dirige verso di loro e con l'inganno riesce a farli sprofondare nel lago ghiacciato. Gli alieni riescono a riemergere poco dopo, ma spaventati risalgono sulla navicella e scompaiono nel cielo. La durata complessiva del video era di circa 3 minuti.

CAPITOLO 4: ANALISI E RISULTATI

Di seguito verranno riportati i principali risultati dello studio e le relative analisi statistiche effettuate. I dati sono stati analizzati tramite il software Jamovi 2.3 (The Jamovi Project, 2023).

4.1 Statistiche descrittive

I risultati ottenuti dal nostro campione sono riportati nella Tabella 1.

Tabella 1 – Statistiche descrittive

Statistiche Descrittive												
	gruppo	Media	Mediana	SD	Minimo	Massimo	Asimmetria		Curtosi		Shapiro-Wilk	
							Asimmetria	SE	Curtosi	SE	W	p
paura_prima	SP	1,000	1,00	1,054	0	3	0,71151	0,687	-0,450	1,33	0,859	0,074
	CT	0,500	0,00	0,756	0	2	132,288	0,752	0,875	1,48	0,724	0,004
paura_dopo	SP	0,900	1,00	0,738	0	2	0,16595	0,687	-0,734	1,33	0,833	0,036
	CT	0,750	0,00	1,389	0	4	229,360	0,752	5,531	1,48	0,628	<.001
dolore_prima	SP	0,400	0,00	0,516	0	1	0,48412	0,687	-2,277	1,33	0,640	<.001
	CT	0,500	0,00	0,756	0	2	132,288	0,752	0,875	1,48	0,724	0,004
dolore_dopo	SP	1,400	1,50	1,174	0	3	0,04122	0,687	-1,457	1,33	0,878	0,124
	CT	0,250	0,00	0,463	0	1	144,016	0,752	0,000	1,48	0,566	<.001
ossigenazione_prima	SP	99,200	99,00	0,789	98	100	-0,40749	0,687	-1,074	1,33	0,820	0,025
	CT	99,500	100,00	1,069	97	100	-233,854	0,752	5,469	1,48	0,568	<.001
freq.cardiaca_prima	SP	93,400	90,00	15,094	72	116	0,15594	0,687	-0,678	1,33	0,924	0,395
	CT	106,000	103,00	18,079	78	138	0,49800	0,752	0,805	1,48	0,937	0,579
ossigenazione_durante	SP	98,700	99,50	1,703	95	100	-127,231	0,687	1,125	1,33	0,800	0,015
	CT	99,500	100,00	1,069	97	100	-233,854	0,752	5,469	1,48	0,568	<.001
freq.cardiaca_durante	SP	101,000	103,50	16,607	77	130	0,09407	0,687	-0,607	1,33	0,966	0,849
	CT	104,125	102,50	17,324	73	130	-0,35634	0,752	0,638	1,48	0,974	0,925
ossigenazione_dopo	SP	97,900	99,50	3,281	91	100	-156,438	0,687	1,204	1,33	0,706	0,001
	CT	99,500	100,00	0,926	98	100	-144,016	0,752	0,000	1,48	0,566	<.001
freq.cardiaca_dopo	SP	94,800	97,00	16,061	70	120	-0,25890	0,687	-0,443	1,33	0,958	0,768
	CT	105,375	103,50	12,094	88	123	-0,00294	0,752	-0,995	1,48	0,960	0,812

Le variabili indagate sono inoltre visualizzate nei Grafici 1, 2, 3 e 4.

Grafico 1 – Distribuzione dei dati per la variabile “paura” pre e post-procedura

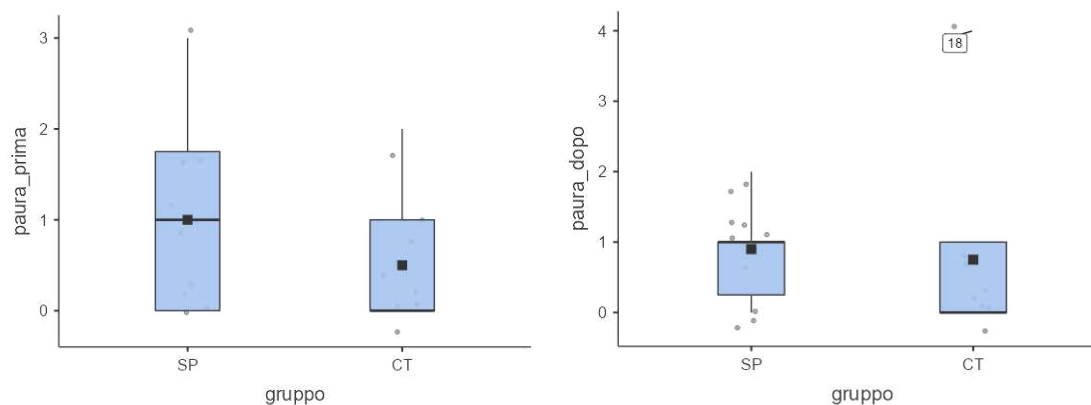


Grafico 2 – Distribuzione dei dati per la variabile “dolore” pre e post-procedura

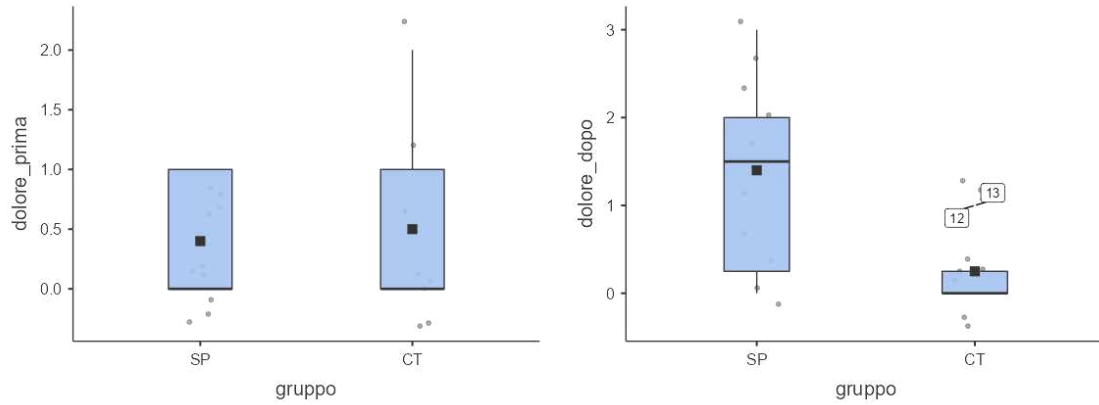


Grafico 3 – Distribuzione dei dati per la variabile “ossigenazione” pre, durante e post-procedura

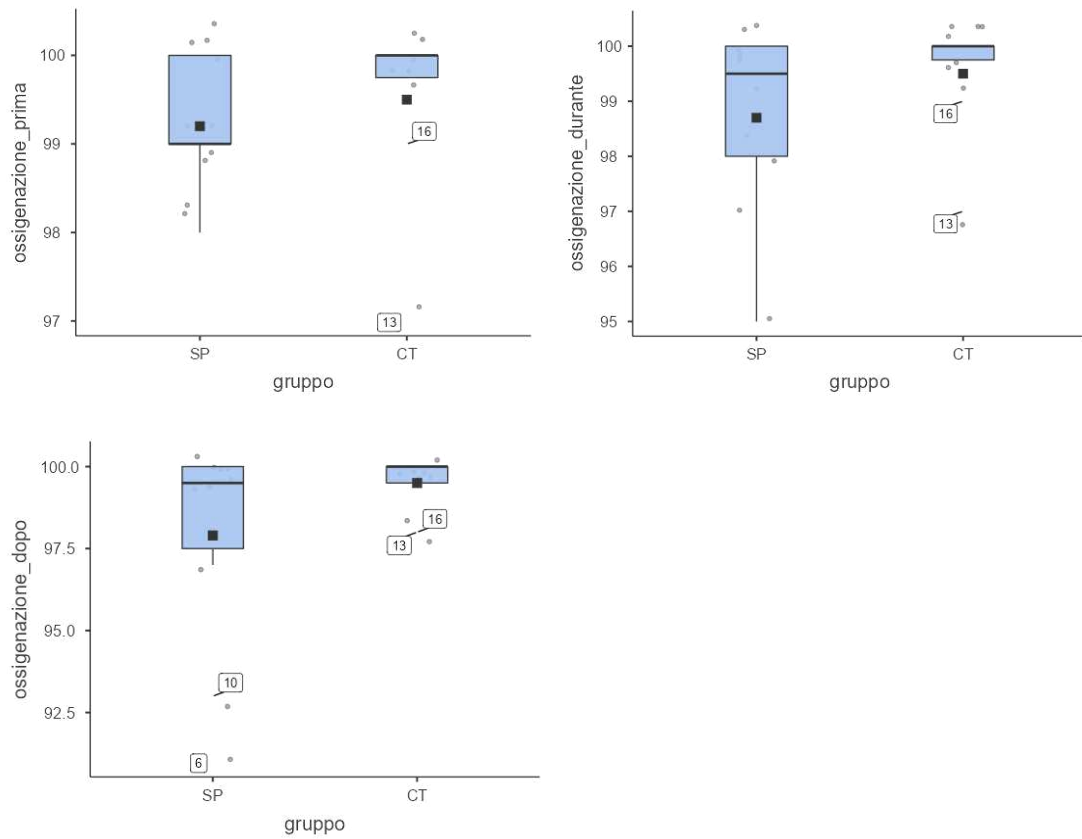
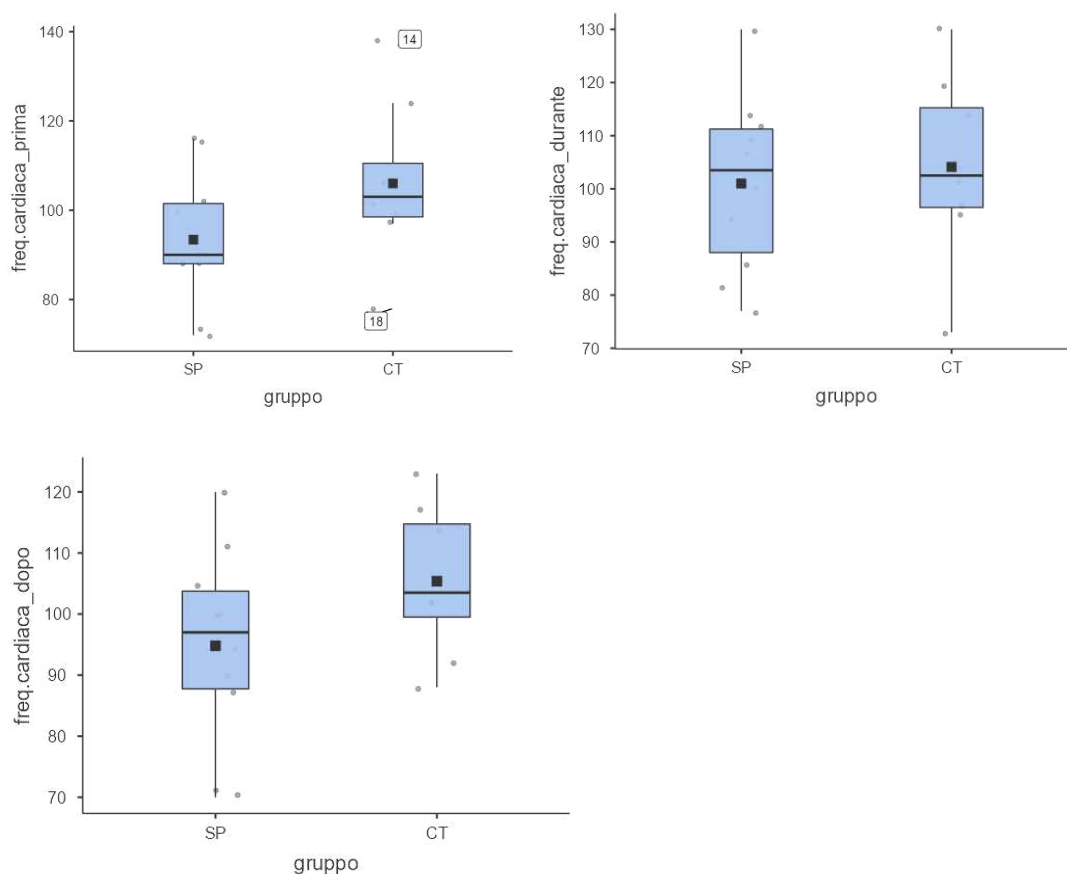


Grafico 4 – Distribuzione dei dati per la variabile “frequenza cardiaca” pre, durante e post-procedura



Dall’analisi delle statistiche descrittive emergono alcuni dati interessanti. In particolare, per quanto riguarda la paura, risulta che la media riportata prima dell’inizio della procedura sia più alta nel gruppo sperimentale rispetto al gruppo di controllo ($M_{pauraSP} = 1.00$ e $M_{pauraCT} = 0.500$). Risulta infatti che nel gruppo sperimentale i dati siano maggiormente distribuiti tra le categorie, mentre nel gruppo di controllo si attestano in prevalenza su valori bassi (0 e 1). Analogamente, la paura riferita al termine della procedura si mantiene, in media, su valori più alti nel gruppo sperimentale ($M_{paura} = 0.900$) rispetto al gruppo di controllo ($M_{paura} = 0.750$). Si può tuttavia notare come essa si sia lievemente abbassata nel gruppo sperimentale tra il pre e il post-procedura, mentre nel gruppo di controllo si sia alzata. Infatti, osservando i dati a livello grafico, rispetto al pre-procedura, si evidenzia una maggiore distribuzione intorno ai valori bassi nel gruppo sperimentale. Anche nel gruppo di controllo la prevalenza dei dati permane concentrata prevalentemente su valori bassi, ma emerge anche la presenza di un valore alto (4 punti sulla scala) che quindi ha contribuito ad alzare la media dell’intero gruppo.

Rispetto alla variabile “dolore” si può osservare che le due medie riferite al pre-procedura siano simili tra i due gruppi ($M_{\text{doloreSP}} = 0.400$ e $M_{\text{doloreCT}} = 0.500$). Al contrario, al termine della procedura emerge come nel gruppo di controllo i valori medi si siano abbassati ($M_{\text{doloreCT}} = 0.250$), mentre nel gruppo sperimentale siano aumentati ($M_{\text{doloreSP}} = 1.40$). A livello grafico, infatti, si può osservare come nel gruppo sperimentale nel post-procedura vi sia una maggiore distribuzione dei dati tra le categorie, mentre nel pre-procedura si concentravano in prevalenza attorno a valori bassi.

Per quanto riguarda l’ossigenazione, in media, si evidenziano valori simili tra i due gruppi sia prima ($M_{\text{ossigenazioneSP}} = 99.2$ e $M_{\text{ossigenazioneCT}} = 99.5$), sia durante ($M_{\text{ossigenazioneSP}} = 98.7$ e $M_{\text{ossigenazioneCT}} = 99.5$) sia al termine della procedura ($M_{\text{ossigenazioneSP}} = 97.9$ e $M_{\text{ossigenazioneCT}} = 99.5$). Tuttavia, osservando l’andamento dei valori nel tempo, si può notare come nel gruppo di controllo la media rimanga stabile, mentre nel gruppo sperimentale essa vada via via diminuendo.

In merito alla frequenza cardiaca, si sottolineano valori mediamente più alti nel gruppo di controllo sia prima ($M_{\text{freq.cardiacaSP}} = 93.400$ e $M_{\text{freq.cardiacaCT}} = 106.00$), sia durante ($M_{\text{freq.cardiacaSP}} = 101.00$ e $M_{\text{freq.cardiacaCT}} = 104.125$), sia al termine ($M_{\text{freq.cardiacaSP}} = 94.800$ e $M_{\text{freq.cardiacaCT}} = 105.375$) della procedura. Inoltre, confrontando i valori rilevati nel gruppo sperimentale nel pre e post-procedura, si osserva un lieve aumento del parametro indagato ($M_{\text{freq cardiaca pre}} = 93.400$ e $M_{\text{freq cardiaca post}} = 94.800$).

4.2 Confronti tra gruppi

Per indagare l’effetto del trattamento sono state condotte quattro ANOVA per misure ripetute con disegni misti *within- e between-subjects*. In particolare, sono state condotte due ANOVA 2x2 (per le variabili “dolore” e “paura”) e due ANOVA 2x3 (per “ossigenazione” e “frequenza cardiaca”).

È stato rilevato un unico effetto statisticamente significativo di interazione tra tempo e trattamento sulla variabile “dolore” (Tabella 2 e Grafico 5) per un livello di α fissato a < 0.05 .

Tabella 2 – Interazione tra tempo e trattamento sulla variabile “dolore”

Within Subjects Effects

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p	η^2
tempo	1.25	1	1.250	2.29	0.150	0.046
Tempo * gruppo	3.47	1	3.472	6.35	0.023	0.126
Residual	8.75	16	0.547			

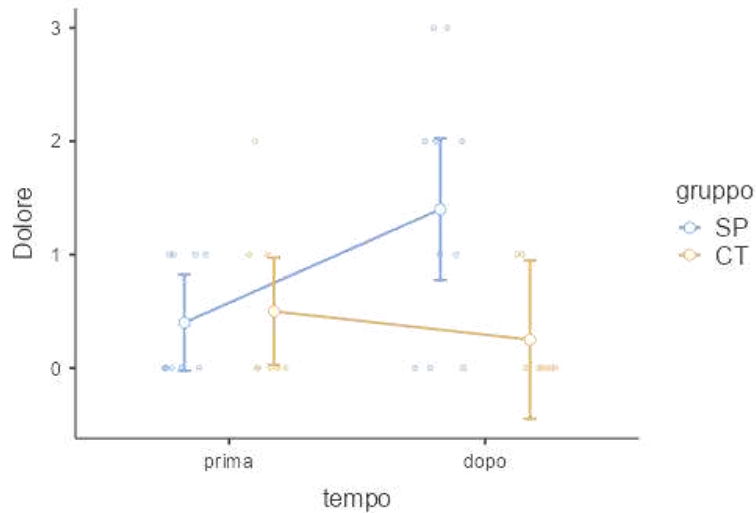
Between Subjects Effects

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p	η^2
gruppo	2.45	1	2.450	3.39	0.084	0.089
Residual	11.55	16	0.722			

Post Hoc Comparisons - tempo * gruppo

Comparison				Mean Difference	SE	df	t	p	
tempo	gruppo	tempo	gruppo						
prima	SP	-	prima	CT	-0.100	0.300	16.0	-0.333	0.743
		-	dopo	SP	-1.000	0.331	16.0	-3.024	0.008
		-	dopo	CT	0.150	0.385	16.0	0.389	0.702
	CT	-	dopo	SP	-0.900	0.370	16.0	-2.433	0.027
		-	dopo	CT	0.250	0.370	16.0	0.676	0.509
dopo	SP	-	dopo	CT	1.150	0.442	16.0	2.601	0.019

Grafico 5 – Interazione tra tempo e trattamento sulla variabile “dolore”



Estimated Marginal Means - tempo * gruppo

gruppo	tempo	Mean	SE	95% Confidence Interval	
				Lower	Upper
SP	prima	0.400	0.200	-0.0240	0.824
	dopo	1.400	0.295	0.7752	2.025
CT	prima	0.500	0.224	0.0260	0.974
	dopo	0.250	0.330	-0.4486	0.949

I risultati completi sono riportati nelle Appendici D, E, F.

4.3 Correlazioni

Per esplorare la relazione lineare tra le variabili rilevate, sono state condotte delle analisi di correlazione di Pearson sull'intero campione (senza divisione tra sperimentale e controllo). Nessuna correlazione è risultata statisticamente significativa per un livello di α fissato a < 0.05 , tuttavia i risultati ottenuti meritano una menzione, e sono dunque riportati nelle Tabelle 3, 4, 5 e 6.

Tabella 3 – Correlazione tra le variabili osservate nel pre-procedura**Matrice di Correlazione**

		paura_prima	dolore_prima	oss_prima	freq.card_prima
paura_prima	Pearson's r	—			
	p-value	—			
dolore_prima	Pearson's r	0.281	—		
	p-value	0.258	—		
oss_prima	Pearson's r	0.092	0.246	—	
	p-value	0.718	0.326	—	
freq.card_prima	r di Pearson	-0.348	0.216	0.316	—
	valore p	0.157	0.389	0.201	—

Tabella 4 – Correlazione tra le variabili osservate nel post-procedura**Matrice di Correlazione**

		paura_dopo	dolore_dopo	oss_dopo	freq.card_dopo
paura_dopo	Pearson's r	—			
	p-value	—			
dolore_dopo	Pearson's r	0.349	—		
	p-value	0.156	—		
oss_dopo	Pearson's r	-0.025	-0.227	—	
	p-value	0.920	0.366	—	
freq.card_dopo	r di Pearson	-0.246	-0.127	-0.078	—
	valore p	0.326	0.616	0.759	—

Tabella 5 – Correlazione tra le variabili “paura” e “dolore” nel pre-procedura e le variabili “ossigenazione” e “frequenza cardiaca” durante la procedura

Matrice di Correlazione

		paura_prima	dolore_prima	oss_durante	freq_durante
paura_prima	Pearson's r	—			
	p-value	—			
dolore_prima	Pearson's r	0.281	—		
	p-value	0.258	—		
oss_durante	Pearson's r	-0.202	0.295	—	
	p-value	0.421	0.234	—	
freq_durante	Pearson's r	-0.316	0.017	0.193	—
	p-value	0.202	0.947	0.444	—

Tabella 6 - Correlazione tra le variabili “paura” e “dolore” nel post-procedura e le variabili “ossigenazione” e “frequenza cardiaca” durante la procedura

Matrice di Correlazione

		dolore_dopo	paura_dopo	oss_durante	freq_durante
dolore_dopo	Pearson's r	—			
	p-value	—			
paura_dopo	Pearson's r	0.349	—		
	p-value	0.156	—		
oss_durante	Pearson's r	-0.366	-0.070	—	
	p-value	0.135	0.782	—	
freq_durante	Pearson's r	0.059	-0.232	0.193	—
	p-value	0.817	0.355	0.444	—

I relativi grafici sono riportati nelle figure 6, 7, 8 e 9.

Grafico 6 - Correlazione tra le variabili osservate nel pre-procedura

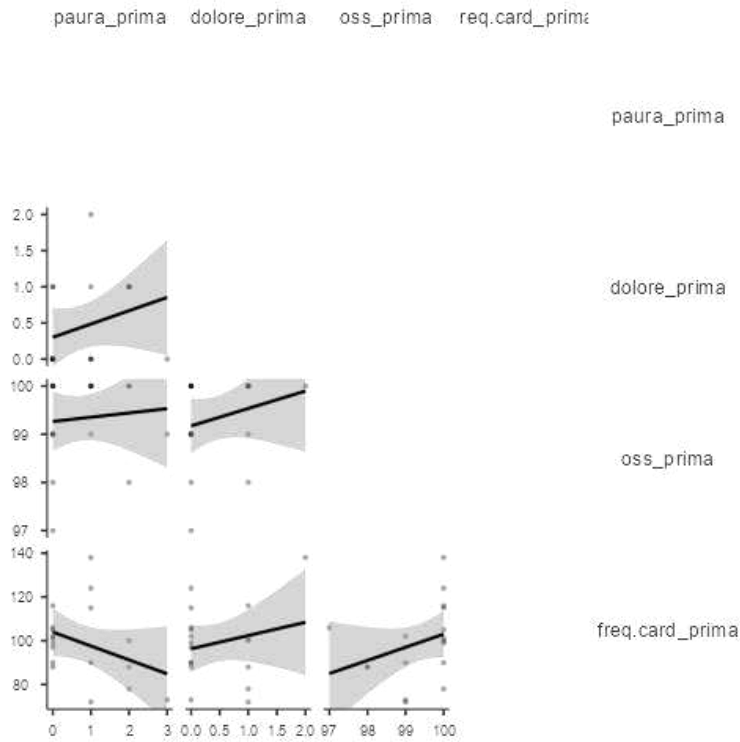


Grafico 7 - Correlazione tra le variabili osservate nel post-procedura

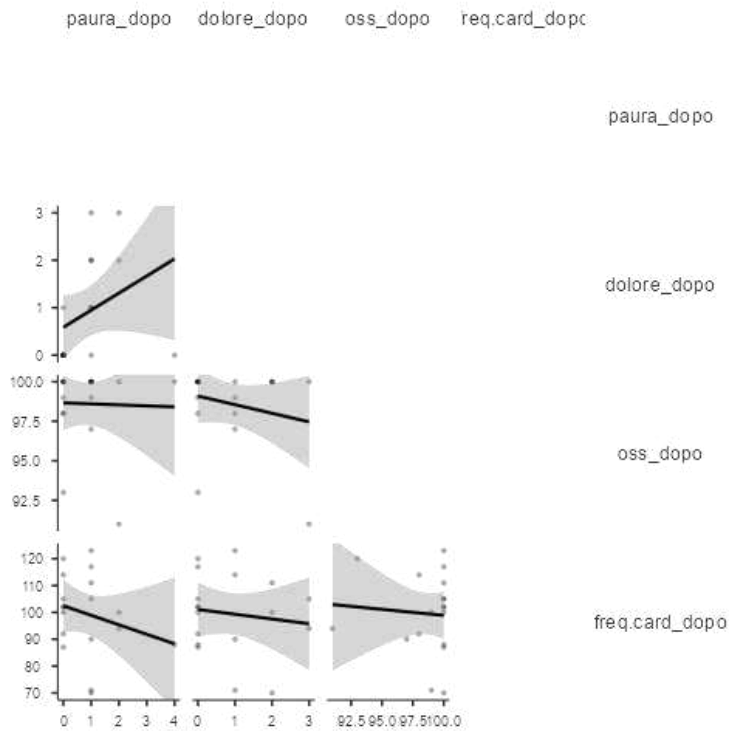


Grafico 8 - Correlazione tra le variabili “paura” e “dolore” nel pre-procedura e le variabili “ossigenazione” e “frequenza cardiaca” durante la procedura

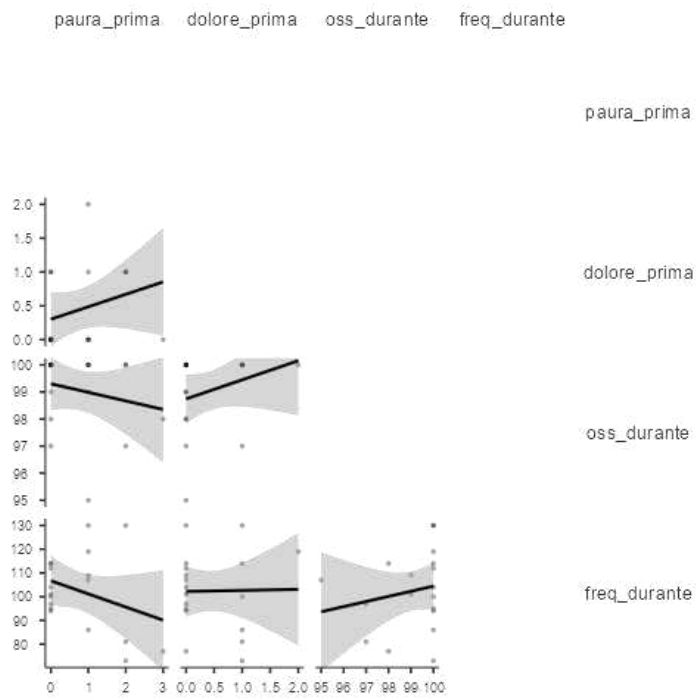
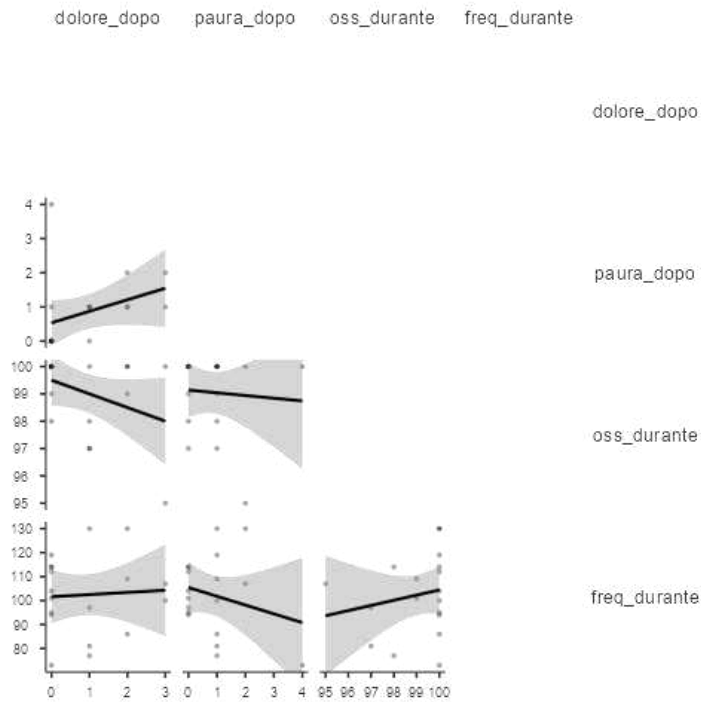


Grafico 9 - Correlazione tra le variabili “paura” e “dolore” nel post-procedura e le variabili “ossigenazione” e “frequenza cardiaca” durante la procedura



CAPITOLO 5: DISCUSSIONE

5.1 Interpretazione dei risultati

La presente ricerca si è posta l'obiettivo di studiare se la tecnologia di realtà virtuale potesse essere utilizzata come metodo analgesico non farmacologico aggiuntivo rispetto al protocollo standard di cura con pazienti in età pediatrica sottoposti a procedura medica invasiva (accesso intravenoso). Il campione era costituito da 18 soggetti di età compresa tra 5 e 10 anni, suddiviso in gruppo sperimentale (10 bambini) e gruppo di controllo (8 bambini). I partecipanti sono stati reclutati presso il reparto di pediatria dell'Ospedale dell'Angelo di Mestre nel periodo compreso fra gennaio e giugno 2023.

Alla luce della letteratura presente sugli effetti dell'uso della realtà virtuale nel trattamento del dolore pediatrico indotto da procedure mediche dolorose con ago, il presente lavoro di ricerca ha formulato le seguenti tre ipotesi. In primo luogo, ci si aspettava di osservare che la paura riferita dal gruppo sperimentale al termine della procedura fosse inferiore rispetto a quella dichiarata prima della procedura. In secondo luogo, si ipotizzava di osservare che i punteggi medi di dolore e di paura riferiti dai pazienti del gruppo sperimentale al termine della procedura fossero inferiori rispetto a quelli riportati dal gruppo di controllo. Infine, ci si attendeva che la frequenza cardiaca rilevata nei soggetti del gruppo sperimentale al termine della procedura fosse generalmente più bassa rispetto ai valori misurati nel pre-procedura.

Per quanto riguarda i risultati, si evidenzia che la paura riportata dal gruppo sperimentale al termine della procedura sia lievemente inferiore rispetto a quella riportata prima della procedura. Pertanto, la prima ipotesi del presente studio risulta confermata. A questo proposito, inoltre, si può osservare come, al contrario, nel gruppo di controllo il punteggio medio di paura al post-procedura sia aumentato rispetto al pre-procedura. Si può dunque ipotizzare che questa differenza tra i due gruppi sia riconducibile all'effetto dell'utilizzo del visore di realtà virtuale.

Inoltre, rispetto al dolore misurato nel pre-procedura si osservano valori simili tra i due gruppi. Al contrario, al termine della procedura nel gruppo sperimentale i valori medi sono superiori rispetto a quelli riportati dal gruppo di controllo. In aggiunta a ciò, dal confronto fra i due gruppi emerge un effetto statisticamente significativo di interazione

tra tempo e trattamento sulla variabile “dolore” che indica un aumento del dolore nel gruppo sperimentale col passare del tempo. Questo dato risulta essere in netto contrasto con la seconda ipotesi della presente ricerca, in quanto sembrerebbe evidenziare che l’uso del visore di realtà virtuale abbia contribuito a far aumentare il dolore percepito dai soggetti, non a diminuirlo. Per spiegare questo dato si potrebbe ipotizzare che i soggetti del gruppo sperimentale abbiano effettivamente preso consapevolezza della percezione dolorosa indotta dalla procedura medica solo al termine della stessa, cioè nel momento in cui veniva loro chiesto di riportare il grado di dolore che stavano provando. Al contrario, è plausibile che il gruppo di controllo, non distratto e dunque consapevole durante tutto lo svolgimento della procedura, abbia iniziato ad avere consapevolezza percettiva del dolore già durante l’inserimento dell’ago. Di conseguenza, quando veniva chiesto ai bambini del gruppo di controllo di riportare il livello di dolore che percepivano al termine della procedura esso avesse già cominciato a scemare. Ciò determinerebbe dunque dei valori medi al post-procedura più bassi nel gruppo di controllo rispetto allo sperimentale. In merito alla frequenza cardiaca, nel gruppo sperimentale, si evidenziano valori più alti al termine della procedura rispetto a quelli misurati prima della stessa. Di conseguenza, anche la terza e ultima ipotesi non risulta confermata. Tuttavia, ciò risulta coerente con i risultati ottenuti rispetto al dolore. Infatti, la letteratura mostra come vi sia una relazione positiva tra frequenza cardiaca e dolore. In particolare, Hilgard e colleghi (1974) hanno esaminato la risposta fisiologica al dolore in un piccolo gruppo di persone sane e hanno rilevato un aumento della frequenza cardiaca quando gli individui sono stati esposti a stimoli nocivi. In aggiunta a ciò, la frequenza cardiaca del gruppo sperimentale potrebbe essere stata influenzata anche da altre variabili, come ad esempio la possibile eccitazione indotta dall’aspetto di novità e curiosità nei confronti del dispositivo di realtà virtuale. Per quanto riguarda l’ossigenazione, in media, si evidenziano valori simili tra i due gruppi sia prima, sia durante, sia al termine della procedura. Tuttavia, osservando l’andamento dei valori nel tempo, si può notare come nel gruppo di controllo la media rimanga stabile, mentre nel gruppo sperimentale essa vada via via diminuendo. Questo dato, letto in associazione ai risultati sul dolore nel gruppo sperimentale, risulta coerente con uno studio di Lars e colleghi (2015) che evidenzia una relazione negativa tra dolore e ossigenazione.

Infine, dalle analisi di correlazione di Pearson sull'intero campione (senza divisione tra sperimentale e controllo) nessuna correlazione è risultata statisticamente significativa.

In conclusione, dal presente studio non emergono risultati significativi rispetto all'efficacia dell'utilizzo della realtà virtuale come trattamento analgesico non farmacologico per il dolore indotto da procedure mediche con ago. Questi dati sono in contrasto con la letteratura esistente che, al contrario, ne sottolinea la comprovata efficacia (si vedano ad esempio Gershon et al., 2004; Gold et al., 2006; Piskorz & Czub, 2018; Sander et al., 2002; Wolitzky et al., 2005).

5.2 Limiti e futuri sviluppi

Di seguito si riportano alcune limitazioni che contribuiscono a chiarire i risultati ottenuti. Innanzitutto, un importante limite è costituito dalla numerosità campionaria molto bassa, sia rispetto al campione totale, sia relativamente ai due gruppi. Infatti, in fase di progettazione dello studio, era stato calcolato il G power per determinare la numerosità campionaria sufficiente. È emerso che per un effetto forte ($F = .40$), sarebbero stati necessari 18-20 soggetti per ciascun gruppo, per un totale di 36-40 bambini.

Inoltre, rispetto alla realtà virtuale, si evidenziano diverse criticità. In primo luogo, per alcuni soggetti, la durata del cartone è risultata eccessivamente limitata, dal momento che la procedura medica si è protratta oltre il termine della proiezione. A video concluso, infatti, lo schermo si oscurava e per questo motivo i bambini potrebbero essersi agitati ulteriormente per l'impossibilità di vedere cosa stava loro accadendo. In ricerche future si consiglia dunque l'utilizzo di filmati più appropriati per durata e contenuti. In secondo luogo, la fonte di distrazione proposta al gruppo sperimentale consisteva unicamente nella visione passiva di un video. Tuttavia, sulla base della teoria delle risorse multiple di Wickens (2008), secondo cui le risorse dei diversi sistemi sensoriali funzionano in modo indipendente, sarebbe risultato più efficace coinvolgere altri sensi oltre alla vista e all'udito. Oltre a ciò, la letteratura afferma che la realtà virtuale contribuisce maggiormente alla riduzione del dolore se il soggetto è coinvolto attivamente, ad esempio svolgendo dei compiti o esplorando l'ambiente virtuale. Tuttavia, la procedura medica a cui erano sottoposti i partecipanti richiedeva l'immobilità generale del paziente. Infine, il filmato proposto, nonostante prevedesse una componente acustica, non era parlato. Questo aspetto da un lato ha rappresentato un vantaggio, in quanto oltre la metà del

campione era costituita da bambini stranieri, evitando così eventuali incomprensioni linguistiche; dall'altro lato ciò può aver prodotto un minor coinvolgimento.

Un altro importante limite è legato al protocollo standard di cura previsto dall'ospedale nel caso di interventi programmati, che costituivano la motivazione di accesso per la maggioranza dei soggetti coinvolti nello studio. Infatti, 15 partecipanti su 18 del campione totale avevano precedentemente assunto Midazolam (sedativo ansiolitico appartenente alla classe delle benzodiazepine) sotto prescrizione dell'anestesista. Di conseguenza, i valori di paura e dolore riferiti, nonché i parametri fisiologici misurati potrebbero non essere pienamente attendibili. Studi futuri dovrebbero dunque escludere questa categoria di pazienti. La presente ricerca ha comunque deciso di considerare i risultati ottenuti da questi partecipanti a causa della difficoltà di reclutare ulteriori soggetti.

Infine, futuri studi in questo ambito dovrebbero considerare anche le caratteristiche socio-demografiche dei partecipanti coinvolti, come ad esempio la storia medica pregressa ed eventuali patologie fisiche e mentali rilevanti, nonché i fattori culturali e sociali connessi al dolore.

5.3 Conclusioni

Il dolore da ago è il tipo di dolore procedurale più comune e causa a molti bambini un notevole disagio. Infatti, oltre il 50% dei bambini e degli adolescenti che si sottopongono a venipuntura per un prelievo di sangue di routine provano livelli di angoscia o dolore da moderati a gravi (Fradet, McGrath, Kay, Adams, & Luke, 1990). Nella maggioranza dei casi, queste esperienze causano riluttanza nei bambini e anche nei loro genitori portando a rimandare, o addirittura a sospendere, alcuni esami necessari, influenzando così il processo di cura del bambino anche in futuro (Inal & Canbulat, 2015). Pertanto, durante gli interventi applicati al bambino, è importante che gli operatori sanitari forniscano un intervento tempestivo ed efficace per trattare il dolore da essi indotto. A questo proposito, la realtà virtuale rappresenta uno strumento innovativo dalla comprovata efficacia (Gershon et al., 2004; Gold et al., 2006; Piskorz & Czub, 2018; Sander et al., 2002; Wolitzky et al., 2005). Nonostante la presente ricerca non fornisca ulteriori evidenze in questa direzione, essa può offrire utili spunti per future indagini in questo ambito.

APPENDICI

Appendice A - Children's Comprehensive Pain Questionnaire (CCPQ, McGrath, 1990)

Children's Comprehensive Pain Questionnaire (CCPQ) (To be administered by trained interviewer)

Part A: Pain History (obtained in interview with parents)

Name _____ Sex _____ Age _____ Date _____
 Medical diagnosis _____ Referred by _____ Assessed by _____
 Age of child at pain onset _____ Date (mo/yr) _____ Syndrome duration _____
 First physician visit re: pain—Date (mo/yr) _____
 First diagnosis _____ Intervention _____
 Efficacy _____

Number of subsequent health care visits for the pain (chronological order):

	Number	Diagnosis	Intervention/efficacy
Pediatrician/family physician:	_____	_____	_____
Other physicians (specify):	_____	_____	_____
Specialists:	_____	_____	_____
Emergency room:	_____	_____	_____
Hospital:	_____	_____	_____
Other:	_____	_____	_____

Average frequency of headaches _____ Range _____
 Average length of headaches _____ Range _____
 Notable changes in frequency or intensity _____

Current frequency _____ Current length _____
 Why did you see Dr. _____ at this time? _____

Describe one of your child's usual headaches, and also describe one of his/her worst headaches. (Note: Use the back of the questionnaire if you need more space.)

What medication has your child taken for his/her headaches? (Note: Mark those presently taken with an asterisk and state how effective the medication is.)

This version of the CCPQ specifically assesses headache pain; the instrument has been adapted for many other types of chronic and recurrent pain as well, with the relevant pain problem substituted for the word "headache."

Medication	Efficacy
1. _____	_____
2. _____	_____
3. _____	_____
4. _____	_____
5. _____	_____

Who decides when medication is used, and how is that decision made (i.e., under what conditions)? _____

Part B. Children's Subjective Pain Experience

Average frequency of headaches _____ Range _____

Average length of headaches _____ Range _____

Notable changes in frequency or intensity _____

Current frequency _____ Current length _____

Why did you see Dr. _____ at this time? _____

Describe one of your usual headaches. (Note child's description of the following: where headache occurred; severity; accompanying symptoms; who intervened; duration; probable cause.)

Describe one of your worst headaches. (Note child's description of the following: where headache occurred; severity; accompanying symptoms; who intervened; duration; probable cause.)

Do you usually have any warning that you are going to get a headache?

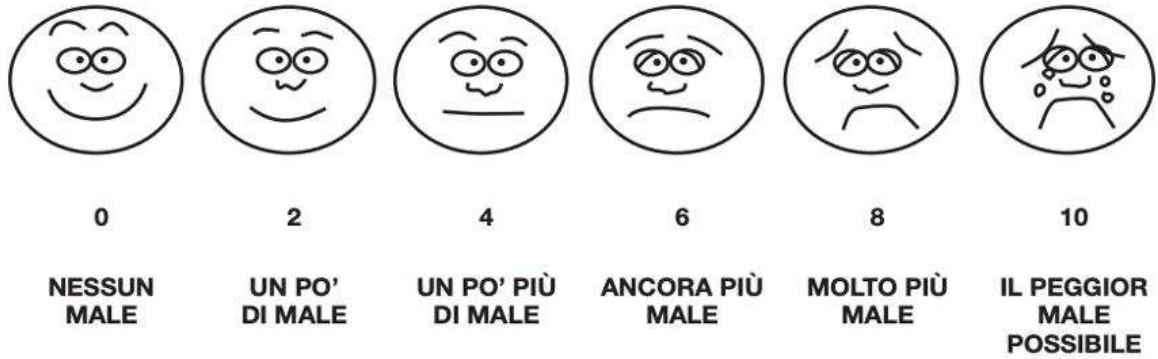
Yes _ No _ Sometimes _

Verbatim response: _____

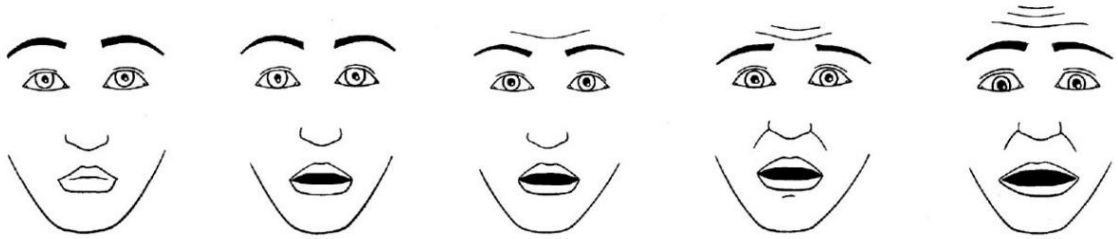
When you have a headache, what else is happening to your body? (Note: After child answers, specifically ask about nausea, dizziness, weakness, aura.)

Where is your pain located? Tell me and then show me on these drawings. (Note: Verify by asking child to show on his/her head.) _____

Appendice B - Wong-Baker FACES Pain Scale (Wong & Baker, 1988)



Appendice C - Children's Fear Scale (McMurtry, Noel, Chambers, & McGrath, 2011)



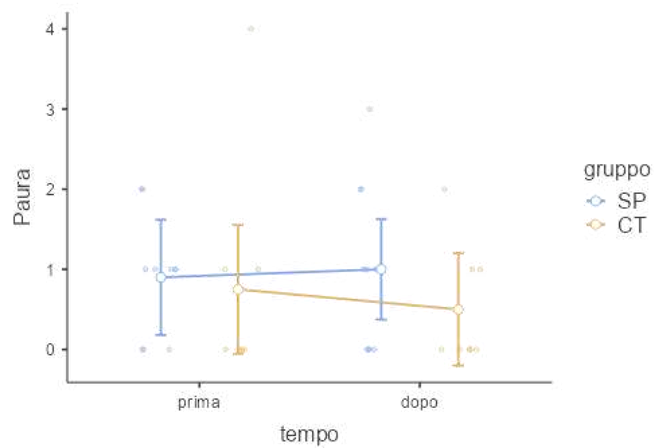
Appendice D – Confronto fra gruppi – Interazione fra tempo e trattamento sulla variabile “paura”

Within Subjects Effects

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p	η^2
tempo	0.0500	1	0.0500	0.154	0.700	0.001
tempo * gruppo	0.2722	1	0.2722	0.838	0.374	0.008
Residual	5.2000	16	0.3250			

Between Subjects Effects

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p	η^2
gruppo	0.939	1	0.939	0.552	0.468	0.028
Residual	27.200	16	1.700			



Estimated Marginal Means – tempo * gruppo

gruppo	tempo	Mean	SE	95% Confidence Interval	
				Lower	Upper
SP	prima	0.900	0.339	0.1811	1.62
	dopo	1.000	0.296	0.3729	1.63
CT	prima	0.750	0.379	-0.0537	1.55
	dopo	0.500	0.331	-0.2011	1.20

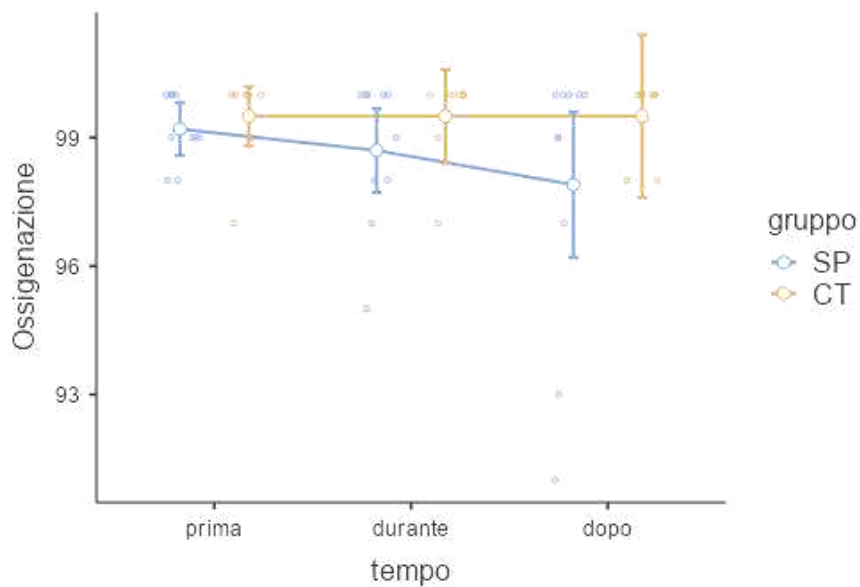
Appendice E – Confronto fra gruppi – Interazione fra tempo e trattamento sulla variabile “Ossigenazione”

Within Subjects Effects

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p	η^2
tempo	3.82	2	1.91	1.13	0.335	0.023
tempo * gruppo	3.82	2	1.91	1.13	0.335	0.023
Residual	54.07	32	1.69			

Between Subjects Effects

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p	η^2
gruppo	10.8	1	10.80	1.79	0.200	0.064
Residual	96.5	16	6.03			



Estimated Marginal Means - tempo * gruppo

gruppo	tempo	Mean	SE	95% Confidence Interval	
				Lower	Upper
SP	prima	99.2	0.292	98.6	99.8
	durante	98.7	0.462	97.7	99.7
	dopo	97.9	0.802	96.2	99.6
CT	prima	99.5	0.326	98.8	100.2
	durante	99.5	0.516	98.4	100.6
	dopo	99.5	0.897	97.6	101.4

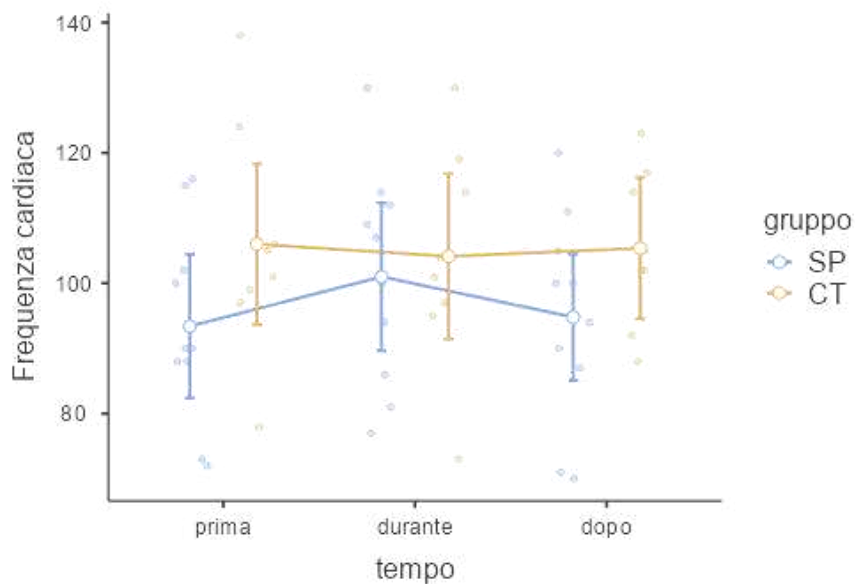
Appendice F – Confronto fra gruppi – Interazione fra tempo e trattamento sulla variabile “Frequenza cardiaca”

Within Subjects Effects

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	p	η^2
tempo		85.7	2	42.9	0.609	0.550	0.006
tempo *	grupp	221.3	2	110.7	1.571	0.223	0.016
Residual		2253.5	32	70.4			

Between Subjects Effects

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p	η^2
grupp	1025	1	1025	1.64	0.219	0.075
Residual	10013	16	626			



Estimated Marginal Means - tempo * gruppo

gruppo	tempo	Mean	SE	95% Confidence Interval	
				Lower	Upper
SP	prima	93.4	5.21	82.4	104
	durante	101.0	5.35	89.7	112
	dopo	94.8	4.57	85.1	104
CT	prima	106.0	5.82	93.7	118
	durante	104.1	5.98	91.4	117
	dopo	105.4	5.11	94.5	116

BIBLIOGRAFIA

- Abu-Saad, H., & Holzmer, W. L. (1981). Measuring children self-assessment of pain. *Issues in Comprehensive Pediatric Nursing*, 5, 337-349.
- Albano, A. M., Causey, D., & Carter, B. D. (2000). Fear and anxiety in children. In C. E. Walker, & M. C. Roberts (Eds.), *Handbook of Clinical Child Psychology*, (3rd ed., pp. 291–316). New York: Wiley.
- Anand, K. J. S., & Craig, K. D. (1996). New perspectives on the definition of pain. *Pain*, 67, 3-6.
- Aradine, C. R., Beyer, J. E., & Tompkins, J. M. (1988). Children's pain perceptions before and after analgesia: A study of instrument construct validity and related issues. *Journal of Pediatric Nursing*, 3, 11-23.
- Bailenson, J. (2018). *Experience on demand. What Virtual Reality is, how it works, and what it can do.* Norton & Company, New York.
- Baradwan, S., Khadawardi, K., Badghish, E., Alkhamis, W. H., Dahi, A. A., Abdallah, K. M., et al. (2022). The impact of virtual reality on pain management during normal labor: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Sexual & Reproductive Healthcare: Official Journal of the Swedish Association of Midwives*, 32, 100720.
- Barr, R. G. (1983a). Pain tolerance and developmental change in pain perception. In M. D. Levine, W. B. Carey, A. C. Crocker & R. T. Gross (Eds.), *Developmental-behavioural paediatrics* (pp. 505-512). Philadelphia: W. B. Saunders.
- Barr, R. G. (1983b). Recurrent abdominal pain. In M. D. Levine, W. B. Carey, A. C. Crocker & R. T. Gross (Eds.), *Developmental-behavioural paediatrics* (pp. 521-528). Philadelphia: W. B. Saunders.
- Beales, J. G. (1982). The assessment and management of pain in children. In P. Karoly, J. J. Steffen, & D. J. O'Grady (Eds.), *Child Health Psychology: Concepts and issues* (pg. 174-179). Elmsford, NY: Pergamon Press.
- Beyer, J. E., & Aradine, C. R. (1986). Content validity of an instrument to measure young children's perceptions of the intensity of their pain. *Journal of Pediatric Nursing*, 6, 386-395.

- Beyer, J. E., & Aradine, C. R. (1987). Patterns of pediatric pain intensity: A methodological investigation of a self-report scale. *The Clinical Journal of Pain*, 3, 130-141.
- Beyer, J. E., & Aradine, C. R. (1988). Convergent and discriminant validity of a self-report measure of pain intensity for children. *Journal of Children's Health Care*, 16, 274-282.
- Beyer, J. E., & Byers, M. L. (1985). Knowledge of pediatric pain: the state of the art. *Children's Health Care*, 13, 150-159.
- Beyer, J. E., Denyes, M. J., & Villarruel, A. M. (1992). The creation, validation and continuing development of the Oucher: a measure of pain intensity in children. *Journal of Pediatric Nursing*, 7, 335-346.
- Beyer, J. E., & Knapp, T. R. (1986). Methodological issues in the measurement of children's pain. *Children's Health Care*, 14, 233-241.
- Biocca, F. (1997). The Cyborg's Dilemma: Progressive Embodiment in Virtual Environments. *Journal of Computer-Mediated Communication*, vol. 3 (2), 1-18.
- Biocca, F., Harms, C., & Burgoon, J. K. (2003). Toward a More Robust Theory and Measure of Social Presence: Review and Suggested Criteria. In *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, vol.12 (5), 456-480.
- Blascovich, J. (2002). Social Influence within Immersive Virtual Environments. In *The Social Life of Avatars* (pp. 127-145). Springer, London.
- Blount, R., Piira, T., & Cohen L. (2003). Management of pediatric pain and distress due to medical procedures (pp. 216-233). In Roberts, M. C. *Handbook of Pediatric Psychology*. 3rd ed. New York, NY: Guilford Press.
- Blount, R. L., Sturges, J. W., & Powers, S. W. (1990). Analysis of child and adult behavioural variations by phase of medical procedure. *Behavior Therapy*, 21, 33-48.
- Bohil, C. J., Alicea, B., & Biocca, F. (2011). Virtual reality in neuroscience research and therapy. *Nature Reviews Neuroscience*, vol. 12 (12), 752-762.
- Bowman, D. A., & McMahan, R. P. (2007). Virtual Reality: How Much Immersion Is Enough? *Computer*, vol. 40 (7), 36-43.
- Bricken, M. (1992). Virtual worlds: No interface to design. *Cyberspace*, 363-382.

- Carrougher, G. J., Hoffman, H. G., Nakamura, D., et al. (2009). The effect of virtual reality on pain and range of motion in adults with burn injuries. *Journal of Burn Care and Research*, 30, 785–791.
- Champion, G. D., Goodenough, B, von Baeyer, C. L., Thomas, W. (1998). Measurement of pain in infants and children. In G.A. Finley & P.J. McGrath (Eds.), *Progress in Pain Research and Management*, Vol.10. IASP Press: Seattle.
- Chan, E. A., Chung, J. W. Y., Wong, T. K. S., et al. (2007). Application of a virtual reality prototype for pain relief of pediatric burn in Taiwan. *Journal of Clinical Nursing*, 16, 786–793.
- Chapman, W. P., & Jones, C. M. (1944). Variations in cutaneous and visceral pain sensitivity in normal subjects. *Journal of Clinical Investigations*, 23, 81-91.
- Chen, C., Yao, L., Li, G., Wang, L., Liu, K., Wang, G., & Chen, X. (2021). Research on the relationship between virtual reality content and physiological response. *Journal of Physics: Conference Series*, 2026(1).
- Clark, A. (2016). *Surfing uncertainty: Prediction, action, and the embodied mind*. Oxford University Press, Oxford.
- Cohen, L. L., Blount, R. L., & Panopoulos, G. (1997). Nurse coaching and cartoon distraction: an effective and practical intervention to reduce child, parent, and nurse distress during immunizations. *Journal of Pediatric Psychology*, 22, 355–370.
- Cole, J., Crowle, S., Austwick, G., et al. (2009). Exploratory findings with virtual reality for phantom limb pain; from stump motion to agency and analgesia. *Disability and Rehabilitation*, 31, 846–854.
- Craig, K. D., Grunau, R. V. E., & Branson, S. M. (1988). Age-related aspects of pain: pain in children. In R. Dubner, G. F. Gebhart & M. R. Bond (Eds.), *Pain research and clinical management* (Vol. 3, pp. 317-328). Amsterdam: Elsevier.
- Craig, K. D., McMahon, R. J., Morison, J. D. et al. (1984). Developmental changes in infant pain expression during immunization injections. *Social Science in Medicine*, 19, 1331-1337.
- Das, D. A., Grimmer, K. A., Sparon, A. L., McRae, S. E., Thomas, B. H. (2005). The efficacy of playing a virtual reality game in modulating pain for children with acute burn injuries: a randomized controlled trial. *BMC Pediatrics*, 5, 1–10.

- Ekman, P., & Friesen, W. V. (1978). *Facial action coding system: A technique for the measurement of facial movement*. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists.
- Eland, J. M. (1983). Children's pain: Developmentally appropriate efforts to improve identification of source, intensity and relevant intervening variables. In G. Felton & M. Albert (Eds.), *Nursing research: A monograph for non-nurse researchers* (pp. 64-79). Iowa City: University of Iowa Press.
- Eland, J. M., & Anderson, J. (1977). The experience of pain in children. In: Jacox A (ed), *A sourcebook for nurses and other health professionals* (pp. 453-476). Little, Brown, Boston.
- Ellis, S. R. (1994). What are virtual environments? *IEEE Computer Graphics and Applications*, vol. 14 (1), 17-22.
- Estwick, P. W., & Gardner, W. L. (2009). Is it a game? Evidence for social influence in the virtual world. *Social Influence*, vol. 4 (1), 18-32.
- Flannery, R. B. Jr., Sos, J., & McGovern, P. (1981). Ethnicity as a factor in the expression of pain. *Psychosomatics*, 22, 39-50.
- Fogel-Keck, J., Gerkensmeyer, J. E., Joyce, B. A., & Schade, J. G. (1996). Reliability and validity of the Faces and Word Descriptor scales to measure procedural pain. *Journal of Pediatric Nursing*, 11, 368-374.
- Fradet, C., McGrath, P. J., Kay, J., Adams, S., & Luke, B. (1990). A prospective survey of reactions to blood tests by children and adolescents. *Pain*, 40, 53-60.
- Frodi, A. M., & Lamb, M. E. (1978). Sex differences in responsiveness to infants: A developmental study of psychophysiological and behavioural responses. *Child Development*, 49, 1182-1188.
- Gee, J. P. (2008). Video Games and Embodiment. *Games and Culture*, vol. 3 (3-4), 253-263.
- Gelfand, S. (1963). The relationship of birth order to pain tolerance. *Journal of Clinical Psychology*, 19, 406.
- Gerardi, M., Rothbaum, B. O., Ressler, K., et al. (2008). Virtual reality exposure therapy using a virtual Iraq: case report. *Journal of Traumatic Stress*, 21, 209–213.
- Gershon, J., Zimand, E., Pickering, M., Rothbaum, B. O., & Hodges, L. (2004). A pilot and feasibility study of virtual reality as a distraction for children with cancer. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 43, 1243–1249.

- Gildea, J. H., & Quirk, T. R. (1977). Assessing the pain experience in children. *Nursing Clinics of North America*, 12, 631—637.
- Gold, J. I., Kim, S. H., Kant, A. J., Joseph, M. H., & Rizzo, A. S. (2006). Effectiveness of virtual reality for pediatric pain distraction during i.v. placement. *Cyberpsychology, Behavior and Social Networking*, 9(2), 207–212.
- Goodenough, B., Kampel, L., Champion, G. D., Laubreaux, L., Nicholas, M. K., Ziegler, J. B., et al. (1997). An investigation of the placebo effect and age-related factors in the report of needle pain from venipuncture in children. *Pain*, 72, 383-391.
- Goodenough, B., Thomas, W., Champion, G. D., Perrott, D., Taplin, J. E., von Baeyer, C. L., et al. (1999). Unravelling age effects and sex differences in needle pain: Ratings of sensory intensity and unpleasantness of venipuncture pain by children and their parents. *Pain*, 80, 79-190.
- Hall, K., & Stride, E. (1954). The varying response to pain in psychiatric disorders: A study in abnormal psychology. *British Journal of Medical Psychology*, 27, 48-60.
- Hardy, J. D., Wolff, H. G., & Goodell, H. (1952). *Pain and reactions*. Baltimore: Williams and Wilkins.
- Haslam, D. R. (1969). Age and the perception of pain. *Psychonomic Science*, 15, 86-87.
- Heeter, C. (1992). *Being There: The Subjective Experience of Presence*. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, vol. 1 (2), 262-271.
- Hilgard, E. R., Morgan, A. H., Lange, A. F., Lenox, J. R., MacDonald, H., Marshall, G. D., & Sachs, L. B. (1974). Heart rate changes in pain and hypnosis. *Psychophysiology*, 11(6), 692–702.
- Hoffman, H. G., Doctor, J. N., Patterson, D. R., et al. (2000). Virtual reality as an adjunctive pain control during burn wound care in adolescent patients. *Pain*, 85, 305–309.
- Hoffman, H. G., Patterson, D. R., Seibel, E., Soltani, M., Jewett-Leahy, L., Sharar, S. R. (2008). Virtual reality pain control during burn wound debridement in the hydrotank. *Clinical Journal of Pain*, 24(4), 299–304.
- Hoffman, H. G., Richards, T. L., Coda, B., et al. (2004). Modulation of thermal pain-related brain activity with virtual reality: evidence from fMRI. *NeuroReport*, 15, 1245–1248.

- Høiseth, L. Ø., Hisdal, J., Hoff, I. E., Hagen, O. A., Landsverk, S. A., & Kirkebøen, K. A. (2015). Tissue oxygen saturation and finger perfusion index in central hypovolemia: influence of pain. *Critical care medicine*, 43(4), 747–756.
- Inal, S., & Canbulat, N. (2015). Using of distraction methods on procedural pain management of pediatric patients. *The Journal of Current Pediatrics*, 13, 116-121.
- International Association for the Study of Pain, Subcommittee on Taxonomy. (1979). Pain terms: A list with definitions and notes on usage. *Pain*, 6, 249-252.
- Jacox, A. K. (1980). The assessment of pain. In W. L. Smith, H. Merskey, & S. C. Gross (Eds.), *Pain: Meaning and management* (pp. 75-88). New York: SP Medical and Scientific Books.
- Jay, S. M., Elliott, C. H., Fitzgibbons, I., Woody, P., & Siegel, S. E. (1995). A comparative study of cognitive behavior therapy versus general anesthesia for painful medical procedures in children. *Pain*, 62, 3-9.
- Jay, S. M., Ozolins, M., Elliott, C. H., & Caldwell, S. (1983). Assessment of children's distress during painful medical procedures. *Health Psychology*, 2, 133-147.
- Jeans, M. E. (1983b). The measurement of pain in children. In R. Melzack (Ed.), *Pain measurement and assessment* (pp. 183-189). New York: Raven Press.
- Jeans, M. E., & Gordon, D. J. (1981). An investigation of the developmental characteristics of the concept of pain. *Pain (Suppl. 1)*, S11.
- Jerrett, M. D. (1985). Children and their pain experience. *Children's Health Care*, 14, 83-89.
- Jerrett, M. D. & Evans, K. (1986). Children's pain vocabulary. *Journal of Advanced Nursing*, 11, 403-408.
- Katz, E. R, Varni, J. W., & Jay, S. M. (1984). Behavioral assessment and management of pediatric pain. *Progress in Behavior Modification*, 18, 163-193.
- Keane, T. M., Fairbank, J. A., Caddell, J. M., et al. (1989). Implosive (flooding) therapy reduces symptoms of PTSD in Vietnam combat veterans. *Behavioral Therapy*, 20, 245–260.
- La Trofa, F. (2018). #VR Developer. Il creatore di mondi in realtà virtuale ed aumentata. Franco Angeli, Milano.
- Lee, K. M. (2004). Presence, Explicated. *Communication Theory*, vol. 14 (1), 27-50.

- Li, S., Kay, S., & Hardicker, N. R. (2007). Virtual reality: towards a novel treatment environment for ankylosing spondylitis. *Studies in Health Technology and Informatics*, 127, 190–196.
- Maani, V. C., Hoffman, G. H., Fowler, M., et al. (2011). Combining ketamine and virtual reality pain control during severe burn wound care: one military and one civilian patient. *Pain Medicine*, 2, 673–678.
- Maani, C. V., Hoffman, H. G., Morrow, M., et al. (2011b). Virtual reality pain control during burn wound debridement of combat-related burn injuries using robot-like arm mounted VR goggles. *Journal of Trauma*, 71 (suppl.), S125–S130.
- Maunuksela, E. L., Olkkola, K.T. & Korpela, R. (1987). Measurement of pain in children with self-report IMG and behavioural assessment. *Clinical Pharmacology and Therapeutics*, 42, 137-141.
- McCaul, K. D., & Malott, J. M. (1984). Distraction and coping with pain. *Psychological Bulletin*, 95, 516–533.
- McGrath, P. A. (1990). The multidimensional Nature of Children’s Pain Experiences (pp. 1-40). In *Pain in children: Nature, assessment, and treatment*. Guilford Press.
- McGrath, P. A., & Hillier, L. M. (1989). The under-treatment of pain in children: an overview. *Pediatrician*, 16, 6-15.
- McGrath, P. J., Hsu, E., Cappelli, M. et al. (1990). Pain from pediatric cancer: a survey of an outpatient oncology clinic. *Journal of Psychosocial Oncology*, 8, 109-124.
- McGrath, P. J., Johnson, G., Goodman, J. T. et al. (1985). The CHEOPS: a behavioural scale to measure post-operative pain in children. In: Fields H. L., Dubner R., Cervero F. (eds) *Advances in pain research and therapy* (pp. 395-402). Raven Press, New York.
- McGrath, P. J., Unruh, A. M., & Finley, G.A. (1995). Pain measurement in children. *Clinical updates*, 3, 1-4.
- McGrath, P.A., de Veber, L., & Hern, M. (1985). Multidimensional pain assessment in children. In H. Fields, R. Dubner and E. Cerero (Eds.) *Advances in Pain Research and Therapy* (Vol. 9, pp. 387-393). New York: Raven Press.
- McKinley, S., Coote, K., & Stein-Parbury, J. S. (2003). Development and testing of a faces scale for the assessment of anxiety in critically ill patients. *Journal of Advanced Nursing*, 41, 73–79.

- McMahan, R. P., Bowman, D. A., Zielinski, D. J., & Brady, R. B. (2012). Evaluating display fidelity and interaction fidelity in a virtual reality game. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, vol. 18 (4), 626-633.
- McMurtry, C. M., Noel, M., Chambers, C. T., & McGrath, P. J. (2011). Children's fear during procedural pain: preliminary investigation of the Children's Fear Scale. *Health psychology: official journal of the Division of Health Psychology, American Psychological Association*, 30(6), 780–788.
- McMurtry, C. M., Taddio, A., Noel, M., Antony, M. M., Chambers, C. T., Asmundson, G. J., et al. (2016). Exposure-based interventions for the management of individuals with high levels of needle fear across the lifespan: A clinical practice guideline and call for further research. *Cognitive Behaviour Therapy*, 45(3), 217-35.
- Melamed, B. G., & Siegel, L. J. (1975). Reduction of anxiety in children facing hospitalization and surgery by used of filmed modeling. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 43, 511-521.
- Melzack, R., & Casey, K. L. (1968). Sensory, motivational and central control determinants of pain: A new conceptual model. In *The Skin Senses*, edited by D. Kenshalo, pp. 423-443. Thomas, Springfield, Illinois.
- Melzack, R., & Torgerson, W. S. (1971). On the language of pain. *Anesthesiology*, 34, 50-59.
- Melzack, R., & Wall, P. D. (1965). Pain mechanisms: a new theory. *Science*, 150, 971–979.
- Merskey, H. (1970). On the development of pain. *Headache*, 10, 116-123.
- Montagna, L. (2018). *Realtà virtuale e realtà aumentata. Nuovi media per nuovi scenari di business*. Hoepli, Milano.
- Morganti, F., & Riva, G. (2006). *Conoscenza, comunicazione e tecnologia. Aspetti cognitivi della realtà virtuale*. LED Edizioni Universitarie, Milano.
- Naef, M., Stadt, O., & Gross, M. (2002). Spatialized audio rendering for immersive virtual environments. In *Proceedings of the ACM symposium on Virtual reality software and technology VRST '02* (pp. 89-105). ACM Press, New York.
- Notermans, S. L. H., & Tophoff, M. (1967). Sex differences in pain tolerance and pain appreciation. *Psychiatria, Neurologia, Neurochirurgia*, 70, 23-29.

- O'Hara, M., McGrath, P. J., D'Astous et al. (1987). Oral morphine versus injected meperidine (Demerol) for pain relief in children after orthopedic surgery. *Journal of Pediatric Orthopedic Surgery*, 7, 78-82.
- Ollendick, T. H. (1983). Reliability and validity of the Revised Fear Survey Schedule for Children (FSSC-R). *Behaviour Research & Therapy*, 21, 685–692.
- Organizzazione Mondiale della Sanità, Gruppo Consultivo Strategico di Esperti sulle Vaccinazioni. (2010). (<http://www.who.int/immunization/sage/en/index.html>, accessed May 2010).
- Parsons, T. D., & Rizzo, A. A. (2008). Affective outcomes of virtual reality exposure therapy for anxiety and specific phobias: a meta-analysis. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 39, 250–261.
- Petrovich, D. V. (1957). The Pain Apperception Test: A preliminary report. *Journal of Psychology*, 44, 339-346.
- Piskorz, J., & Czub, M. (2018) Effectiveness of a Virtual Reality Intervention to Minimize Pediatric Stress and Pain Intensity during Venipuncture. *Journal for Specialists in Pediatric Nursing*, 23, e12201.
- Poeschl, S, Wall, K., & Doering, N. (2013). Integration of spatial sound in immersive virtual environments an experimental study on effects of spatial sound on presence. 2013 IEEE Virtual Reality (VR) (pp. 129-130). IEEE Computer Society, Washington.
- Porter, F. (1993). Pain assessment in children: infants. In: Schechter N. L., Verde C. B., Máster M. (eds) *Pain in infants, children and adolescents* (pp. 87-96). Williams & Wilkins, Baltimore.
- Pothmann, R., & Goepel, R. (1984). Comparison of the visual analogue scale (VAS) and a Smiley analogue scale (SAS) for the evaluation of pain in children. *Pain (Suppl. 2)*, S25.
- Price, D. D. (1988). *Psychological and neural mechanisms of pain*. Raven Press.
- Ragan, E. D., Bowman, D. A., & Kopper, R. (2015). Effects of Field of View and Visual Complexity on Virtual Reality Training Effectiveness for a Visual Scanning Task. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, vol. 21 (7), 794-807.
- Rajendram, C., Ken-Dror, G., Han, T., Sharma, P. (2022). Efficacy of mirror therapy and virtual reality therapy in alleviating phantom limb pain: a meta-analysis and systematic review. *BMJ Military Health*, 168(2), 173–177.

- Richards, M. P., Bernal, J. F., & Brackbill, Y. (1976). Early behavioural differences: Gender or circumcision. *Developmental Psychobiology*, 9, 89-95.
- Riva, G. (2012). *Psicologia dei nuovi media. Azione, presenza, identità e relazioni nei media digitali e nei social media*. Il Mulino, Bologna.
- Riva, G., Bacchetta, M., Baruffi, M., et al. (1999). Virtual reality based experiential cognitive treatment of anorexia nervosa. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 30, 221–230.
- Riva, G., Wiederhold, B. K., & Mantovani, F. (2019). Neuroscience of virtual reality: From virtual exposure to embodied medicine. *Cyberpsychology, Behavior and Social Networking*, 22 (1), 82-96.
- Ross, D. M., & Ross, S. A. (1982). A study of the pain experience in children (Final Report, Ref. No. 1 R01HD13672-01). Bethesda, MD: National Institute of Child Health and Human Development.
- Ross, D. M. & Ross, S. A. (1988). *Childhood pain: Current issues, research and management*. Baltimore: Urban & Schwarzenberg.
- Sanchez-Vives, M. V., & Slater, M. (2005). From presence to consciousness through virtual reality. *Nature Reviews Neuroscience*, vol. 6 (4), 332-339.
- Sander, W. S., Eshelman, D., Steele, J., & Guzzetta, C. E. (2002). Effects of distraction using virtual reality glasses during lumbar punctures in adolescents with cancer. *Oncology Nursing Forum*, 29, E8–E15.
- Sander Wint, S., Eshelman, D., Steele, J., & Guzzetta, C. E. (2002). Effects of distraction using virtual reality glasses during lumbar punctures in adolescents with cancer. *Oncology Nursing Forum*, 29, E8–E15.
- Savedra, M., Tesler, M., Ward, J. A., Holzemer, W., & Wilkie, D. (1987). Children's preference for pain intensity scales. *Pain (Suppl. 4)*, S234.
- Savedra, M., Tesler, M., Ward, J. A., Wegner, C., & Gibbons, P. T. (1981). Description of pain experience: A study of school-age children. *Issues in Comprehensive Pediatric Nursing*, 5, 373-380.
- Schmitt, Y. S., Hoffman, H. G., Blough, D. K., et al. (2011). A randomized, controlled trial of immersive virtual reality analgesia, during physical therapy for pediatric burns. *Burns*, 37, 61–68.

- Shacham, S., & Daut, R. (1981). Anxiety or pain: What does the scale measure? *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 49, 468-469.
- Sherman, E. D. (1943). Sensitivity to pain. *Canadian Medical Association Journal*, 48, 437-441.
- Sherman, E. D., & Robillard, E. (1960). Sensitivity to pain in the aged. *Canadian Medical Association Journal*, 83, 944-947.
- Schludermann, E., & Zubek, J. P. (1962). Effect of age on pain sensitivity. *Perceptual and Motor Skills*, 14, 295-301.
- Schneider, S. M., Kisby, C. K., Flint, E. P. (2010). Effect of virtual reality on time perception in patients receiving chemotherapy. *Support Care Cancer*. (Epub ahead of print). 10.1007/s00520-010-0852-7.
- Schneider, S. M., Prince-Paul, M., Allen, M. J., Silverman, P., & Talaba, D. (2004). Virtual reality as a distraction intervention for women receiving chemotherapy. *Oncology Nursing Forum*, 31, 81-88.
- Schneider, S. M., & Workman, M. L. (2000). Virtual reality as a distraction intervention for older children receiving chemotherapy. *Journal of Pediatric Nursing*, 26, 593-597.
- Stark, L. J., Allen, K. D., Hurst, M., Nash, D. A., Rigney, B., & Stokes, T. F. (1989). Distraction: Its utilization and efficacy with children undergoing dental treatment. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 22, 297-307.
- Steuer, J., & Reeves, B. (1992). Defining Virtual Reality: Dimensions Determining Telepresence. *Journal of Communication*; autumn, vol. 42, 73-93.
- Stinson, J. N., Kavanagh, T., Yamada, J., Gill, N., & Stevens, B. (2006). Systematic review of the psychometric properties, interpretability and feasibility of self-report pain intensity measures for use in clinical trials in children and adolescents. *Pain*, 125, 143-157.
- Taddio, A., McMurtry, C. M., Shah, V., Pillai Riddell, R., Chambers, C. T., Noel, M., et al. (2015). Reducing pain during vaccine injections: Clinical practice guideline. *Canadian Medical Association Journal*, 187, 975-82.
- Tesler, M., Savedra, M., Ward, J. A., Holzemer, W., & Wilkie, D. (1988). Children's language of pain. In R. Dubner, G. F. Gebhart, & M. R. Bond (Eds.), *Pain research and clinical management* (Vol. 3, pp. 348-352). Amsterdam: Elsevier.

- The jamovi project (2023). jamovi (Version 2.3) [Computer Software]. Retrieved from <https://www.jamovi.org>.
- Twycross, A. (2009). Non-Drug Methods of Pain Relief (pp. 67-84). In Twycross, A., Dowden, S., & Bruce, L. *Managing Pain in Children: A Clinical Guide*. Wiley & Sons, Limited, John.
- Van Twillert, B., Bremer, M., Faber, A. W. (2007). Computer-generated virtual reality to control pain and anxiety in pediatric and adult burn patients during wound dressing changes. *Journal of Burn Care and Research*, 28, 694–702.
- Varni, J. W., Thompson, K. L., & Hanson, V. (1987). The Varni/Thompson pediatric pain questionnaire. 1. Chronic musculo-skeletal pain in juvenile rheumatoid arthritis. *Pain*, 28, 27-38.
- Waterworth, J. A., & Riva, G. (2014). *Feeling present in the physical world and in computer-mediated environments*. Palgrave Macmillan, Basingstoke.
- West, N., Oakes, L., Hinds, P., Sanders, L., Holden, R., Fairclough, D., & Bozeman, P. (1994). Measuring pain in pediatric oncology ICU patients. *Journal of Pediatric Oncology Nursing*, 64-68.
- Wickens, C. D. (2008). Multiple resources and mental workload. *Human Factors*, 50, 449–455.
- Wilkie, D. J., Holzemer, W. L., Tesler M. D. Et al. (1990). Measuring pain quality: validity and reliability of children's and adolescents' pain language. *Pain*, 41, 151-159.
- Wolff, B. B., & Jarvik, M. E. (1965). Quantitative measures of deep somatic pain: Further studies with hypertonic saline. *Clinical Science*, 28, 43-56.
- Wolitzky, K., Fivush, R., Zimand, E., et al. (2005). Effectiveness of virtual reality distraction during a painful medical procedure in pediatric oncology patients. *Psychology, Health and Medicine*, 20, 817–824.
- Woodrow, K. M., Friedman, G. D., Siegelau, A. B., & Collen, M. F. (1972). Pain tolerance: Differences according to age, sex and race. *Psychosomatic Medicine*, 34, 548-556.