



INFORMATICA MUSICALE

*UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CATANIA
DIPARTIMENTO DI MATEMATICA E INFORMATICA
LAUREA TRIENNALE IN INFORMATICA
A.A. 2018/19
Prof. Filippo L.M. Milotta*

ID PROGETTO: 24

TITOLO PROGETTO: Problemi relativi all'equilibrio

AUTORE 1: Conti Taguali Simone

Sommario

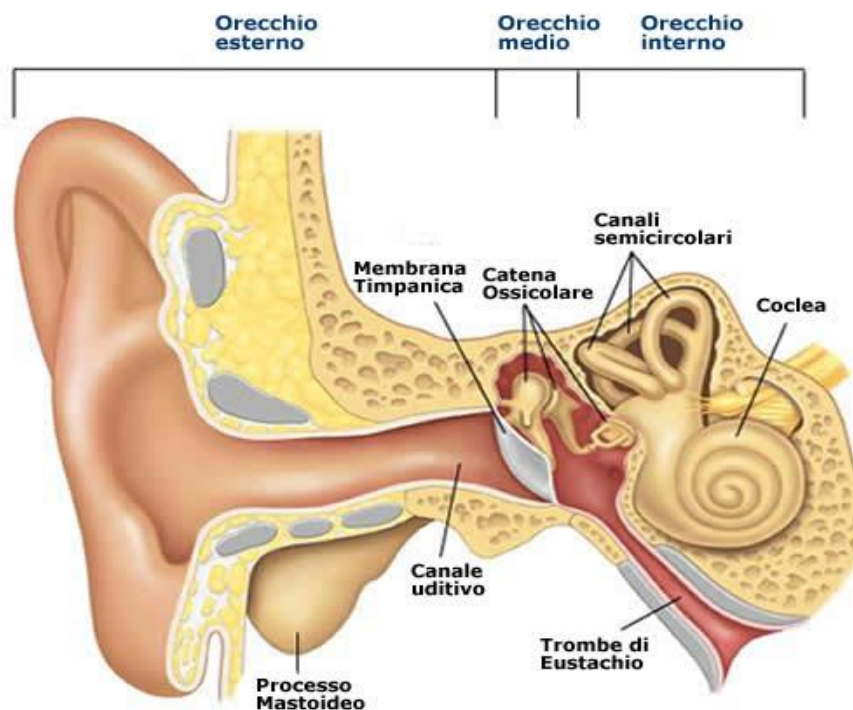
1. Obiettivi del progetto	2
▪ Cenni di anatomia.....	2
▪ Come Stiamo in equilibrio.....	3
▪ Le cause dei disturbi dell'equilibrio.....	4
▪ Labirinte.....	5
▪ Sintomi e cause della labirintite.....	6
▪ Ladiagnosi della labirintite.....	8
▪ Le vertigini.....	9
▪ Come diagnosticare la vertigine.....	10
▪ Realtà Virtuale e i suoi effetti collaterali.....	11

1. Obiettivi del progetto

▪ Cenni di anatomia

L'orecchio è un organo capace di trasformare l'energia delle onde sonore in impulsi elettrici, indirizzati a centri nervosi specializzati nella percezione dei suoni sia di rilevare le variazioni di posizione e di movimento del capo nello spazio e, quindi, di regolare la posizione corporea. L'orecchio è suddiviso in tre parti quali **orecchio esterno**, **orecchio medio** e **orecchio interno**.

L'orecchio esterno ha il compito di convogliare e amplificare suoni costituito dal padiglione auricolare, canale uditivo esterno e la membrana timpanica o timpano che divide l'orecchio esterno dall'orecchio medio quest'ultimo fa da tramite tra l'esterno e l'interno, trasforma le onde di pressione sonora in vibrazioni meccaniche, l'orecchio medio inoltre è costituito dai tre ossicini (Martello, Incudine e Staffa) e la tromba di Eustachio il suo compito è di regolare la pressione tra esterno e interno, in fine troviamo l'orecchio interno l'elemento organizzatore e recettore dei suoni: trasforma l'energia cinetica delle vibrazioni meccaniche in energia elettro-chimica per inviarla all'area acustica della corteccia cerebrale. L'orecchio interno comprende la coclea, vestibolo e canali semicircolari dove troviamo i recettori dell'equilibrio.



▪ Come stiamo in equilibrio



L'orecchio come detto in precedenza è sia l'organo che assolve alla funzione uditiva che quella dell'equilibrio. Il meccanismo che sta alla base dell'equilibrio è molto strutturato il nostro cervello sfrutta le informazioni che riceve per elaborare e trasmettere ai muscoli scheletrici i comandi al fine di

consentire al nostro corpo di mantenersi in equilibrio. La funzione dell'equilibrio è dall'apparato vestibolare: questa porzione anatomica si trova a livello dell'orecchio interno ed è collegato a vari centri nervosi motori che controllano i muscoli che, a loro volta, garantiscono il mantenimento dell'equilibrio e la posizione eretta. L'organo dell'equilibrio risulta formato da tre canali semicircolari, posti in modo perpendicolare tra loro a cui si aggiungono le cavità dell'utricolo e del sacculo. L'apparato vestibolare agisce in modo diverso se il capo effettua movimenti di rotazione o movimenti lineari, per il primo si attivano i canali circolari mentre per il secondo sono sacculo e utricolo a mandare le informazioni relative a questi moti al sistema nervoso.

Dal labirinto vengono inviate informazioni verso il sistema nervoso circa le caratteristiche di accelerazione e velocità del capo nello spazio, tali informazioni circa il suo spostamento nello spazio sono essenziali nel mantenimento dell'equilibrio.

L'area cerebrale che decodifica le informazioni che arrivano dalle vie vestibolari è il lobo dell'insula, che si trova tra il lobo temporale e il lobo frontale, all'interno della scissura di Silvio: da questa porzione anatomica alcune fibre arrivano ai nuclei del bulbo cerebrale e poi al cervelletto dove vengono elaborate le risposte motorie per il controllo automatico dei muscoli scheletrici preposti all'equilibrio.

▪ Le cause dei disturbi dell'equilibrio

Le cause di un disturbo dell'equilibrio possono essere molteplici; tipici esempi sono rappresentati da quei processi infettivi, batterici che siano, che interessano l'orecchio; anche vari tipi di lesioni cerebrali e cerebellari o disturbi della circolazione sanguigna che interessano l'orecchio interno possono creare problemi di equilibrio più o meno importanti. I problemi di equilibrio possono derivare anche da patologie che interessano l'apparato scheletrico (Artrite) o l'apparato visivo (Squilibri della muscolatura degli occhi), qualche volta un disturbo dell'equilibrio può essere causato dall'assunzione di determinati farmaci, anche i traumi cranici sono spesso coinvolti nei problemi di equilibrio. Le condizioni patologiche coinvolte nei disturbi dell'equilibrio sono numerose; fra le principali si ricordano:

- Cinetosi
- Fistola perilinfatica
- Labirintite
- Sindrome del mal de débarquement
- Sindrome di Ménière.

Cinetosi – Il termine cinetosi si riferisce ad un disturbo neurologico in seguito a spostamenti ritmici o irregolari di un corpo durante un moto caratterizzato dalla presenza di fastidiosi segni e sintomi quali vertigini, mancanza di equilibrio, nausea e vomito.

Labirintite – Nota anche neurite vestibolare, è un'infezione di una zona dell'orecchio interno chiamato Labirinto, con danneggiamento del sistema vestibolare, si accusano vertigini, è possibile perdere l'udito o presenza di acufene nelle orecchie.

Sindrome del mal de débarquement – Più nota come “malattia dello sbarco” è una condizione non frequente che si manifesta, solitamente, in seguito a un viaggio su una nave o su un aereo. Il soggetto ha la sensazione di dondolio e ondeggiamento non quando si trova sul mezzo di trasporto, ma dopo che ne è sceso. Spesso il problema si risolve nel giro di poche ore, ma vi sono casi documentati in letteratura dalla durata particolarmente lunga.

Sindrome di Ménière – Patologia rara che colpisce l'orecchio interno. Può causare vertigini, acufene (percezione di rumori acuti o fischi), perdita dell'udito e sensazione di pressione nell'orecchio.

Oltre a queste cause più note possiamo avere un disturbo dell'equilibrio dovuto all'età, questi disordini del cammino sono frequenti nella popolazione anziana e la loro prevalenza aumenta con l'età, con diverse conseguenze dal senso di instabilità nella marcia e cadute alla riduzione della mobilità, che porta a perdita di automatismi nel mantenimento dell'equilibrio e dell'indipendenza.

La diagnosi di un disturbo dell'equilibrio è piuttosto complessa; le cause possibili sono molte e molto diverse fra loro; non è un caso che, spesso, il medico di famiglia indirizzi il paziente verso uno specialista in otorinolaringoiatria, anche se le figure specialistiche che potrebbero risultare coinvolte sono diverse.

Il percorso diagnostico inizia solitamente con una visita otorinolaringoiatrica e/o audiologica per una valutazione clinico-anamnestica. Sono opportune una visita endoscopia delle vie aeree superiore, un'otomicroscopia, un esame audiometrico e un esame vestibolare. A seconda dei casi potrebbero essere richiesti indagini di imaging quali risonanza magnetica, TAC, ecodoppler nonché esami ematochimici, esami neurologici, oculistici, odontostomatologici, ortopedici ecc.

▪ **Labirintite**



La labirintite – o **otite interna**, o anche **neurite vestibolare** – è una infiammazione dell'orecchio interno, più precisamente del **labirinto** (canali semicircolari dell'orecchio interno), una struttura dal cui buon funzionamento

dipende il mantenimento della postura e del senso di equilibrio. Quando infatti

questa parte si infiamma si manifesta, oltre che con una riduzione dell'udito, **vertigini** e **acufeni** (il ronzio nelle orecchie), anche con disturbi dell'equilibrio e problemi della postura.

Ci sono diversi tipi di labirintite possiamo riconoscere la labirintite acuta, quando si presenta come episodio isolato, labirintite cronica, quando invece tende a presentarsi in maniera ricorrente, inoltre possiamo distinguere in labirintite virale quando è causata da virus, fra cui anche l'herpes virus, o labirintite batterica, quando ad esempio si diffonde da un'otite o da una infezione delle vie respiratorie superiori.

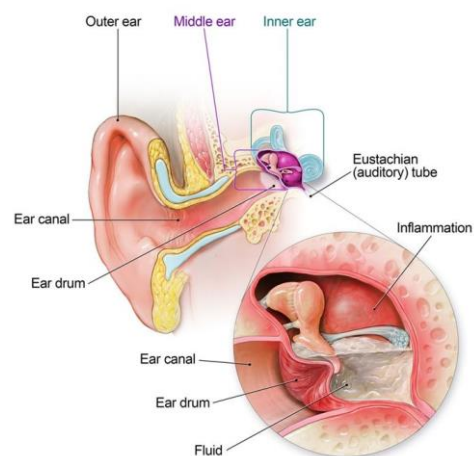
In genere la labirintite è più comune fra gli adulti dai 30 ai 60 anni, mentre nei bambini sono comuni 2 diverse forme: la **labirintite purulenta**, che si sviluppa in concomitanza con la meningite, e la **labirintite sierosa** che si accompagna all'otite media sia acuta che cronica.

▪ Sintomi e cause della labirintite

Nella labirintite **sintomi** e **cause** possono essere confusi con quelli di altre patologie, motivo per cui non è sempre facile riconoscerla. Tuttavia, **esami di approfondimento** e **accertamenti** da parte di un medico esperto permetteranno di arrivare alla diagnosi corretta.

Fra i sintomi della labirintite più comuni ci sono:

- Vertigini,
- Stordimento,
- Nausea,
- Acufeni,
- Febbre,
- Otaglia, cioè il dolore alle orecchie,
- Perdita dell'udito,
- Perdita dell'equilibrio,
- Disturbi dell'umore,
- Sensazione di malessere generalizzato,



- Scialorrea, la saliva che cola dovuta a una difficoltà di deglutizione,
- Nistagmo, cioè un movimento involontario dell'occhio.

Il sintomo associato a questa patologia, che funge anche da campanello di allarme per il medico a cui ci si rivolge, sono le vertigini, che possono rendere difficoltose le normali attività quotidiane. Possono essere continue oppure presentarsi in seguito a movimenti bruschi della testa e del corpo. Inoltre, altri sintomi della labirintite – come mal di testa, nausea e vomito – sono comuni, poiché il cervello riceve dall'orecchio interno informazioni distorte relativamente al senso dell'equilibrio. Oltre ai sintomi fisici, si associano e si sommano anche quelli psicologici, che non fanno che peggiorare la qualità della vita della persona che ne è affetta. Fra i più comuni vi sono:

- Ansia continua,
- Attacchi di panico, con paura ingiustificata,
- Tremori,
- Respiro affannato,
- Tachicardia,
- Formicolii,
- Depressione,
- Visione distorta della realtà.

le **cause della labirintite** possono essere sia virali che batteriche. Fra i virus più comuni ci sono: il rinovirus, lo stesso che causa il raffreddore, ma anche il virus del morbillo, della parotite, dell'herpes e della mononucleosi. Più raramente la causa scatenante è batterica, condizione che tuttavia sembra interessare maggiormente la popolazione pediatrica e peraltro in forma piuttosto grave. Fra i batteri responsabili dell'infiammazione ci possono essere lo **Streptococco** o lo **Stafilococco**. Una componente che entra in gioco nell'infiammazione del labirinto è lo **stress**: quando diventa cronico è in grado di indebolire il sistema immunitario, poiché innesca una risposta eccessiva, come quando ci troviamo in pericolo. I livelli ormonali si impennano, l'organismo secerne maggiori quantità di adrenalina e noradrenalina insieme al cortisolo, detto anche ormone dello stress. Si tratta di una condizione che, a lungo andare, **indebolisce l'organismo**, tanto che si è più inclini a sviluppare disturbi di salute e malattie. Anche l'infiammazione dell'orecchio medio può essere causata da un indebolimento del sistema immunitario dato appunto dallo stress cronico. Nella **labirintite da stress** i sintomi sono gli stessi della labirintite. Spesso possono

essere confusi per semplici vertigini, ma una visita presso un otorino competente, permetterà di chiarire di quale patologia si tratta: se nell'orecchio sono presenti batteri si tratta di labirintite, mentre se le parti dell'orecchio sono sane si tratta di vertigini.

▪ La diagnosi della labirintite

La **diagnosi della labirintite** viene fatta da un otorinolaringoiatra che effettuerà una visita accurata. In certi casi il medico potrebbe richiedere una **Risonanza Magnetica** o una **TAC** per valutare lo stato dell'orecchio interno. Questi esami diagnostici permettono di escludere la presenza di patologie più gravi. Fra gli esami per la labirintite più comuni, ci sono anche il **test calorico con acqua fredda** che permette di verificare se il disturbo interessa entrambi le orecchie, e un **esame audiometrico** che permette di valutare l'eventuale perdita di udito.

La **cura per la labirintite** ideale vede l'uso di farmaci accanto a tecniche che possano mitigare alcuni dei sintomi di questa patologia, come le vertigini. Queste azioni congiunte permettono di ritornare alla propria quotidianità nel più breve tempo possibile.

La giusta cura agisce quindi su **tre piani distinti**:

- toglie l'infiammazione,
- elimina i sintomi provocati dall'infiammazione,
- aiuta chi ne è affetto sul piano psicologico a ritrovare la serenità, soprattutto se fra gli effetti collaterali della patologia si manifestano paura eccessiva, tremori e depressione.

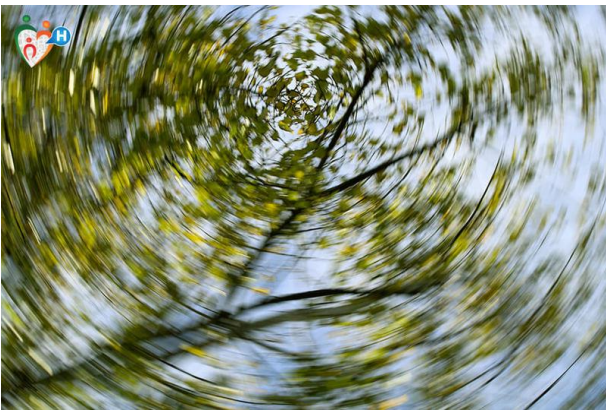
Se il medico riscontra l'infezione in atto, potrebbe prescrivere anche un **antibiotico**.

Ma per la labirintite la **terapia farmacologica** da sola non è sufficiente: accanto a questa è bene adottare delle **tecniche** che ad esempio permettano di diminuire il senso di vertigini che per molti può essere un sintomo molto fastidioso. In questo caso è bene:

- non alzarsi in modo brusco o improvviso,

- non fare movimenti improvvisi,
- evitare di stare davanti a un monitor (guardare la televisione, restare davanti a PC o telefonino) durante un attacco di vertigini,
- provare a tenere la testa immobile, con una luce soffusa, se le vertigini vengono mentre si è a letto.

▪ Le vertigini



Le **vertigini** sono un disturbo percettivo, una distorsione della percezione che coinvolge vari sistemi: quello dell'equilibrio e quello della vista, ma anche il cervello. Si definisce vertigine una falsa sensazione di rotazione del proprio corpo (o della testa) oppure degli oggetti dell'ambiente circostante.

E' una sensazione illusoria spiacevole che provoca nausea, vomito, tachicardia e, a volte, diarrea; comporta un disturbo del "senso di orientamento". In alcuni casi le vertigini fanno camminare le persone colpite come gli ubriachi, avvertono una sensazione di confusione, deficit della vista momentanei, formicolii agli arti, mal di testa. Le cause delle vertigini possono infatti essere di diverso tipo: in alcuni casi possono avere una base neurologica, ma nella maggior parte dei casi si tratta di un fenomeno di origine psicologica.

Tra le **cause neurologiche delle vertigini** figurano le cosiddette vertigini periferiche, ovvero quelle che dipendono da una disfunzione dell'orecchio interno. Il nostro orecchio, infatti, ospita il sistema vestibolare, un insieme di piccoli organi e connessioni neurali che ci offrono la sensazione di equilibrio. Le cause neurologiche delle vertigini possono comprendere problemi come la labirintite acuta, la neuronite vestibolare acuta, la sindrome di Meniere, la timpanosclerosi, il colesteatoma e molte altre. Le cause delle vertigini centrali possono dipendere da emicrania, cervicale, sclerosi multipla, tumori o ictus, ma anche dall'assunzione di farmaci.

Le **cause psicologiche delle vertigini** dipendono da condizioni di stress, ansia, depressione, insonnia o da disturbi psichiatrici più seri e complessi. Le vertigini che hanno cause psicologiche possono essere risolte con una corretta gestione dello stress e intraprendendo uno stile di vita sano, che comprenda una corretta alimentazione, attività fisica regolare e il rispetto dell'orologio biologico.

Le **vertigini possono essere provocate** da un diminuito afflusso del sangue al cervello, sos stress, ansia, infezioni, traumi, allergie, da patologie come ipertensione arteriosa, diabete, alti livelli di colesterolo, anemia. malattie neurologiche come sclerosi multipla, sifilide, tumori.

▪ **Come diagnosticare la Vertigine**

Occorre innanzitutto ricordare che la vertigine è un sintomo, non una malattia. Per ottenere una valutazione chiara ed esaustiva, si deve intraprendere un percorso diagnostico articolato in due fasi:

Prima Fase per individuare la Vertigine

- Visita otorinolaringoiatrica con relativa otomicroscopia
- Esame otovestibolare per valutare lo stato dell'apparato vestibolare
- Esame dei potenziali evocati uditivi per valutare lo stato dei nervi acustico-vestibolari e del cervello

Seconda Fase

- Indagini radiologiche, quali la Risonanza Magnetica con mezzo di contrasto;
- Visita neurologica;
- Visita oculistica;
- Visita internistica.

La cura delle vertigini può avvenire con terapia medica per ridurre la sintomatologia, terapia medica per le patologie correlate, riabilitazione vestibolare o in casi particolari con la terapia chirurgica.

▪ La Realtà virtuale e i suoi effetti collaterali



La Realtà Virtuale (RV o Virtual Reality, VR) nasce intorno alla metà degli anni '50 dalla volontà di “replicare” la realtà circostante, quanto più precisamente possibile, dal punto di vista grafico, uditivo, tattile ed olfattivo. La Realtà Virtuale induce, tramite un

sistema più o meno “coinvolgente” o meglio, “immersivo”, a pensare di vivere una realtà alternativa, ingannando così i sensi dell’utente. Una preoccupazione persistente per gli utenti della Realtà Virtuale è rappresentata dalla “Malattia da simulazione” definita **cybersickness**, cioè una forma di malessere che si manifesta attraverso sintomi quali nausea, vomito, disorientamento, affaticamento oculare e vertigini. Una spiegazione ampiamente accettata è fornita dall'incongruenza tra gli input sensoriali: la retroazione vestibolare, ad esempio, può indicare un certo grado di movimento che, però, non è compensato dalla visione. Tuttavia, alcune potenziali fonti di cybersickness sono state eliminate con il progresso tecnologico. I sintomi relativi al cybersickness interessano diverse aree: visiva (visione doppia, offuscamento della vista, lacrimazione, irritazione con arrossamento degli occhi), uditiva (tinnito, udito ridotto), vestibolare (vertigini, vomito, sudorazione), nervosa centrale (mal di testa, flashback, disorientamento, instabilità posturale) e muscolo-scheletrica (dolori al polso, mal di schiena). Il verificarsi del Cybersickness varia in base a fattori quali il programma utilizzato, i driver tecnici, la lunghezza temporale dell’esposizione e il rapporto tra attività e movimenti passivi. Inoltre, i sintomi si manifestano più frequentemente a seguito della prima esperienza della persona nell’utilizzo di Realtà Virtuale. Altri effetti chiamati Aftereffects possono includere sintomi quali disturbi locomotori, cambiamento nel controllo della postura, disturbi della percezione motoria, flashbacks, affaticamento, sonnolenza e generalmente una diminuzione dell’eccitazione. La questione degli effetti collaterali è di particolare importanza se si considera l’utilizzo della realtà virtuale con pazienti neurologici, alcuni dei quali possono presentare danni nell’equilibrio e nell’orientamento. Inoltre, la realtà virtuale è controindicata per pazienti che soffrono di emicrania, cefalea, epilessia e disturbi vestibolari. È stato anche dimostrato che l’esposizione in ambienti virtuali provochi variazioni del battito cardiaco, aumentando notevolmente la

pressione sistolica e diastolica ed il consumo di ossigeno. Ciò suggerisce grande cautela con pazienti ipertesi, o affetti da malattie cardiovascolari e circolatorie. Inoltre, dato che la Realtà Virtuale può interferire con i normali processi psicologici, un'attenta osservazione è necessaria quando si usa tale espediente tecnologico con pazienti schizofrenici o con seri disturbi della personalità, poiché la confusione tra reale e virtuale potrebbe accentuare la loro patologia.

Si pensa che la causa della cybersickness sia dovuta all'uso delle lenti usate dai diversi tipi di visori, che esporrebbero gli utenti ad un "bombardamento" ad alta definizione che costringe il nervo ottico ad uno stress eccessivo, interferendo con i "sensori" di posizione che abbiamo nel nostro orecchio, quindi i ricercatori si sono concentrati sullo studio di un modello di lenti "smooth" che possano proiettare le immagini in ambiente virtuale nella maniera più morbida e naturale possibile. In pratica i nuovi studi aiuterebbero le lenti a gestire le transizioni dei frame in maniera continuativa e senza "scatti" eccessivi che sarebbero alla base dell'insorgere del disturbo. Il problema più grande con gli attuali visori di VR è che la risoluzione degli schermi non è nitida a sufficienza per la tipologia delle immagini in movimento. Gli oggetti si confondono e questa cattiva transizione crea delle difficoltà sia alla corteccia visiva che al sistema uditivo, dato che i visori di VR hanno sia un sistema di lenti che un audio 3D che viene riportato in cuffia. Un esempio pratico: gli attuali display non riescono a sfocare lo sfondo quando un utente si concentra su un singolo oggetto, mentre la visione "vita reale" fa esattamente questo. I test su alcuni soggetti sono già stati avviati ed hanno dato risultati più che confortanti. Tutti gli utenti che hanno provato le nuove lenti non hanno risentito di alcun effetto collaterale, potendo utilizzare per ore ed in maniera sicura gli hardware dedicati alla Realtà Virtuale.

La Columbia University Engineering ha pubblicato [un video](#) in cui descrive una soluzione promettente per ridurre il motion sickness VR e quando ci si muove in un ambiente virtuale con un dispositivo per impartire input.



I ricercatori Joy Fernandes e Steven Feiner hanno visto che limitando dinamicamente il campo visivo dell'utente è possibile aumentare il livello di comfort dell'esperienza.

I sintomi della motion sickness VR possono lasciare

un'impressione negativa della realtà virtuale e provocano avversione nel riprovare tale esperienza. Queste reazioni si verificano **quando un movimento in realtà virtuale non rispecchia quello fatto in realtà**. Questo è il motivo per cui l'head tracking, ossia il posizionamento della testa, permette di ridurre il potenziale motion sickness.



Fernandes e Feiner hanno svolto i test in due giorni e suddiviso i 30 volontari in due gruppi che hanno testato gli effetti dello "scaling di un poligono a trasparenza variabile posizionato di fronte a ogni occhio". I due ricercatori chiamano questi poligoni trasparenti "limitatori

del campo visivo".

"I nostri dati suggeriscono che manipolando strategicamente e automaticamente il campo visivo durante una sessione in realtà virtuale possiamo ridurre il grado di motion sickness percepito dai partecipanti e aiutarli ad adattarsi alla VR, senza intaccare il loro livello di soggettivo di presenza e minimizzando la consapevolezza di tale intervento". Il primo giorno 15 persone hanno provato una demo senza limitatori di campo visivo, mentre altre 15 persone hanno fatto la stessa prova con i limitatori presenti. Il giorno successivo i gruppi sono stati invertiti. Durante ogni sessione ai partecipanti è stato chiesto quale fosse il loro di comfort in una scala da 1 a 10. I risultati suggeriscono che il test si è rivelato più confortevole in presenza del limitatore di campo visivo. Gran parte delle persone non ha notato alcuna riduzione e chi l'ha fatto ha preferito quella modalità di fruizione piuttosto che l'altra.

Gli soprattutto in prima persona sono spesso i giochi più popolari. Molti sperano che franchise come Call of Duty raggiungano la realtà virtuale. Risultati come quelli ottenuti da Fernandes e Feiner sono importanti e gettano le basi per un futuro in cui si potrà giocare in realtà virtuale senza essere costretti a interrompere il gameplay dopo poche decine di minuti.