

UNIVERSITÀ DI PADOVA

DIPARTIMENTO DI NEUROSCIENZE

Direttore prof. Edoardo Stellini

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE A CICLO UNICO IN ODONTOIATRIA

E PROTESI DENTARIA

Presidente: Carla Mucignat

MAD E POSTURA: REVISIONE DELLA LETTERATURA

SUGLI EFFETTI A LUNGO TERMINE

Relatore: Ch.mo Prof. Lorenzo Favero

Correlatore: Dr. Andrea Volpato

Laureando: Nikola Cerović

SOMMARIO

1	RIASSUNTO	5
2	ABSTRACT	7
3	INTRODUZIONE	9
3.1	OSAS	9
3.1.1	ANATOMIA E FISIOLOGIA DELLE VIE AEREE SUPERIORI	9
3.1.2	FORZE COLLASSANTI E DILATANTI	12
3.2	EPIDEMIOLOGIA	14
3.3	FATTORI DI RISCHIO	16
3.4	SINTOMI	18
3.5	COMPLICANZE E CONSEGUENZE	19
3.6	DIAGNOSI	22
3.6.1	POLISONNOGRAFIA	22
3.6.2	PROCEDURA DELL'ESAME	22
3.6.3	FASI DEL SONNO	23
3.6.4	INDICI DIAGNOSTICI	24
3.6.5	ESAMI DIAGNOSTICI ALTERNATIVI	25
3.7	TRATTAMENTO CON MAD	27
3.7.1	MAD (DISPOSITIVO DI AVANZAMENTO MANDIBOLARE)	27
3.7.2	MECCANISMO D'AZIONE DEL MAD	27
3.7.3	VARIETÀ DI DISPOSITIVI MAD	28
3.7.4	INNOVAZIONI TECNOLOGICHE	31
3.7.5	EFFICACIA CLINICA E COMPLIANCE	31
3.7.6	CONTROINDICAZIONI	32
3.8	ALTRE TERAPIE	33
3.8.1	TERAPIA COMPORTAMENTALE	33
3.8.2	TERAPIA POSIZIONALE	34
3.8.3	TERAPIA FARMACOLOGICA	35
3.8.4	TERAPIA PROTESICO-VENTILATORIA	36
3.8.5	TERAPIA PROTESICO-ORTODONTICA	38

3.8.6	TERAPIA CHIRURGICA.....	39
3.9	POSTURA.....	42
3.9.1	POSTURA GENERALE.....	42
3.9.2	POSTURA DEL CAPO.....	43
3.9.3	POSTURA DEL COLLO.....	44
3.9.4	POSTURA LOMBO-SACRALE.....	44
4	SCOPO DELLO STUDIO.....	45
5	MATERIALI E METODI.....	47
5.1	STRATEGIA DI RICERCA.....	47
5.2	CRITERI D'INCLUSIONE.....	48
6	RISULTATI.....	53
6.1	POSTURA DEL CAPO.....	53
6.1.1	IPERTONO MUSCOLARE.....	53
6.1.2	DOLORE.....	54
6.1.3	TURBE DELL'EQUILIBRIO.....	55
6.2	POSTURA DEL COLLO.....	57
6.2.1	IPERTONO MUSCOLARE.....	57
6.2.2	DOLORE.....	58
6.2.3	TURBE DELL'EQUILIBRIO.....	59
6.3	POSTURA LOMBO-SACRALE.....	62
6.3.1	IPERTONO MUSCOLARE.....	62
6.3.2	DOLORE.....	62
6.3.3	TURBE DELL'EQUILIBRIO.....	63
6.4	POSTURA GENERALE.....	65
6.4.1	IPERTONO MUSCOLARE.....	65
6.4.2	DOLORE.....	65
6.4.3	TURBE DELL'EQUILIBRIO.....	66
7	DISCUSSIONE.....	73
8	CONCLUSIONE.....	81
9	BIBLIOGRAFIA.....	83

1 RIASSUNTO

INTRODUZIONE

La tesi esplora l'efficacia del Dispositivo di Avanzamento Mandibolare (MAD) nell'influenzare la postura e nel trattare la Sindrome delle Apnee Ostruttive del Sonno (OSAS). Viene illustrato il legame tra OSAS e postura, con particolare enfasi sulle aree del capo, del collo e della regione lombo-sacrale, sottolineando come queste zone siano influenzate dalla malattia.

MATERIALI E METODI

È stata condotta una ricerca sistematica sui principali database scientifici, tra cui PubMed, Scopus e Web of Science, esaminando studi pubblicati tra il 2014 e il 2024. Sono stati inclusi nove articoli che rispondevano ai criteri di selezione, concentrandosi sull'effetto del MAD su vari aspetti della postura in pazienti affetti da OSAS.

RISULTATI E DISCUSSIONE

L'uso del MAD si è dimostrato efficace nel migliorare la postura del capo, riducendo l'ipertono muscolare e il dolore nella zona cervicale. Gli studi hanno anche rilevato miglioramenti nell'equilibrio posturale, in particolare nella regione lombo-sacrale, riducendo il rischio di cadute e migliorando la stabilità. Tuttavia, non tutti i pazienti con OSAS mostrano disturbi dell'equilibrio, indicando una variabilità individuale.

CONCLUSIONI

Il MAD è uno strumento efficace non solo per il trattamento dell'OSAS ma anche per migliorare la postura e la qualità del sonno. I risultati dimostrano un impatto positivo su diverse aree corporee, sebbene vi siano ancora incertezze riguardo ai suoi effetti sull'equilibrio.

2 ABSTRACT

INTRODUCTION

The thesis explores the effectiveness of the Mandibular Advancement Device (MAD) in influencing posture and treating Obstructive Sleep Apnea Syndrome (OSAS). The relationship between OSAS and posture is illustrated, with a particular focus on the head, neck, and lumbar-sacral areas, emphasizing how these zones are affected by the condition.

MATERIALS AND METHODS

A systematic review was conducted using major scientific databases, including PubMed, Scopus, and Web of Science, examining studies published between 2014 and 2024. Nine articles met the inclusion criteria, focusing on the effects of MAD on various aspects of posture in patients with OSAS.

RESULTS AND DISCUSSIONS

The use of MAD proved effective in improving head posture, reducing muscle hypertonia, and alleviating pain in the cervical area. Studies also reported improvements in postural balance, particularly in the lumbar-sacral region, reducing the risk of falls and improving stability. However, not all OSAS patients show balance disturbances, indicating individual variability.

CONCLUSIONS

The MAD is an effective tool not only for treating OSAS but also for improving posture and sleep quality. The results demonstrate a positive impact on different body areas, although uncertainties remain regarding its effects on balance.

3 INTRODUZIONE

3.1 OSAS

Le apnee ostruttive del sonno (OSAS) rappresentano un disturbo caratterizzato da episodi ripetuti di cessazione della respirazione durante il sonno, causati da una riduzione parziale o totale della pervietà delle vie aeree superiori, in particolare a livello della faringe. Tale condizione compromette il flusso respiratorio e determina una significativa riduzione dell'ossigenazione sanguigna, con conseguenze potenzialmente gravi. Ai fini di un'analisi esaustiva del disturbo, risulta necessario chiarire alcuni aspetti chiave. In primo luogo, è fondamentale comprendere l'anatomia e la fisiologia delle vie aeree superiori, approfondendo il ruolo delle forze collassanti, che tendono a chiudere le vie aeree, e delle forze dilatanti, che ne mantengono l'apertura. L'equilibrio tra queste forze è cruciale per preservare la pervietà faringea e garantire una corretta ventilazione durante il sonno.

Oltre a questi meccanismi fisiologici, la postura gioca un ruolo rilevante nella patogenesi dell'OSAS. In particolare, la posizione del capo, del collo e del tronco può influenzare significativamente la pervietà delle vie aeree superiori. Una postura inadeguata durante il sonno può favorire il collasso delle strutture faringee, aggravando la gravità degli episodi apnoici. Pertanto, una corretta comprensione delle dinamiche posturali è essenziale non solo per analizzare a fondo il disturbo, ma anche per sviluppare interventi mirati volti a ridurre la frequenza e la severità degli episodi, migliorando complessivamente la qualità del sonno nei pazienti affetti da OSAS.

3.1.1 ANATOMIA E FISILOGIA DELLE VIE AEREE SUPERIORI

Le vie aeree superiori comprendono le cavità nasali, il cavo orale, la faringe e la laringe, strutture fondamentali per la preparazione e il condizionamento dell'aria destinata agli scambi gassosi a livello

polmonare. Queste strutture, oltre a riscaldare e umidificare l'aria inspirata, sono anche coinvolte in altre funzioni essenziali, quali la fonazione e la deglutizione, grazie all'interazione con numerosi muscoli e tessuti specializzati. Nel corso dell'evoluzione umana, lo sviluppo del linguaggio complesso ha richiesto una maggiore mobilità della faringe, al fine di consentire l'emissione di una vasta gamma di suoni. Tale evoluzione ha comportato la perdita di alcune strutture rigide di supporto, come quelle cartilaginee presenti nella laringe e nella trachea. Di conseguenza, la faringe umana risulta più suscettibile al collasso rispetto a quella di altri mammiferi, data la sua assenza di sostegno rigido e la sua maggiore mobilità.

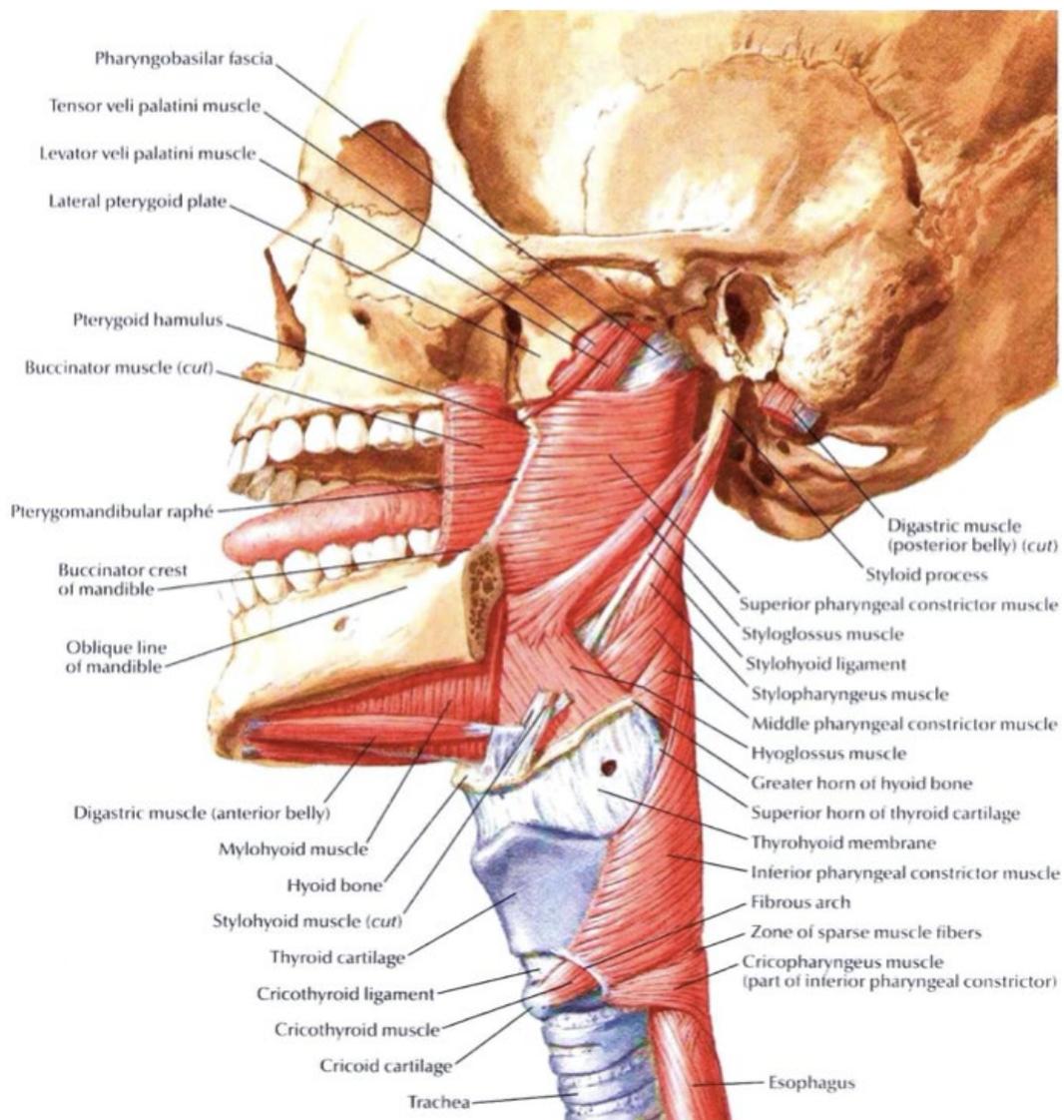


Figura 1: Vista laterale dei muscoli delle vie aeree superiori (riprodotta da Netter FH. Atlante di anatomia umana. Philadelphia: Saunders; 2006).

Durante la respirazione, le vie aeree superiori dovrebbero rimanere aperte per consentire il passaggio dell'aria. Tuttavia, l'assenza di un supporto strutturale rigido, in particolare nella faringe, rende quest'ultima vulnerabile al collasso, specialmente in condizioni di squilibrio tra le forze che favoriscono la chiusura (forze centripete) e quelle che mantengono l'apertura (forze centrifughe). Le cavità nasali, che rappresentano il primo tratto delle vie aeree superiori, svolgono un ruolo cruciale nel filtraggio, umidificazione e riscaldamento dell'aria inspirata. Esse sono costituite da tessuti cartilaginei, ossei, muscolari, cutanei e mucosi. Il rivestimento mucoso, dotato di una sottile peluria, funge da sistema di filtrazione, intrappolando polveri, allergeni e altri contaminanti. Le cavità nasali, inoltre, regolano efficacemente la temperatura e l'umidità dell'aria, assicurando che essa raggiunga i polmoni in condizioni ottimali.

Il cavo orale funge da apertura secondaria per il flusso aereo, sostituendo il naso quando necessario, ma, a differenza di quest'ultimo, non è altrettanto efficace nel filtraggio e nella regolazione termica e dell'umidità dell'aria, a causa della sua diversa struttura e composizione tissutale. La faringe, un condotto muscolo-membranoso lungo circa 13 centimetri, rivestito da una parete mucosa, svolge una duplice funzione, essendo coinvolta sia nella respirazione che nella deglutizione. Essa si suddivide in tre compartimenti principali: la rinofaringe, che comunica con le cavità nasali; l'orofaringe, che mette in collegamento il cavo orale con la laringe; e l'ipofaringe, che svolge un ruolo primario nella deglutizione, dirigendo il cibo verso l'esofago. La laringe, situata tra la faringe e la trachea, è una struttura tubulare composta da cartilagini e muscoli intrinseci che, oltre a essere sede delle corde vocali e quindi cruciale per la fonazione, guida l'aria verso la trachea e impedisce al cibo di penetrare nelle vie aeree inferiori durante la deglutizione, grazie all'azione dell'epiglottide.

Una volta che l'aria ha attraversato le vie aeree superiori, essa raggiunge le vie aeree inferiori e, successivamente, i polmoni, dove avviene lo scambio gassoso tra l'aria inspirata e il sangue. I polmoni, racchiusi all'interno della gabbia toracica, si espandono e si contraggono durante la

respirazione, facilitando il passaggio dell'aria attraverso un sistema di trazione longitudinale che coinvolge trachea e bronchi.

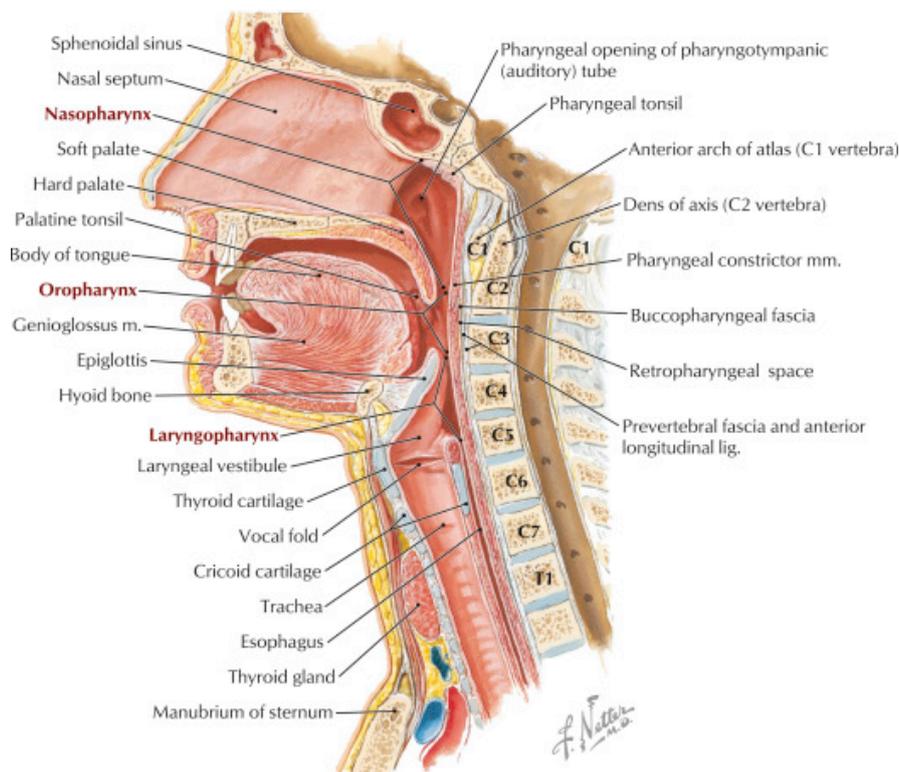


Figura 2: Vista laterale delle vie aeree superiori (riprodotta da Netter FH. Atlante di anatomia umana. Philadelphia: Saunders; 2006).

3.1.2 FORZE COLLASSANTI E DILATANTI

Durante l'inspirazione, la contrazione del diaframma genera una pressione negativa all'interno della cavità toracica, che si trasmette alle vie aeree superiori, inclusa la faringe, provocando una forza di suzione che tende a ridurre il diametro. Questo fenomeno si associa a una riduzione della pressione intraluminale lungo le pareti faringee, aumentando il rischio di collasso. Anche il peso delle strutture delle vie aeree superiori influisce sulla loro stabilità; in particolare, la presenza di tessuto adiposo nelle regioni iuxtafaringee può contribuire ulteriormente al collasso delle pareti faringee, creando un ulteriore carico.

A contrastare queste forze collassanti, intervengono i muscoli dilatatori delle vie aeree superiori, tra cui il genioglossa, il tensore del palato, l'elevatore del palato e il faringopalatino. Questi muscoli,

attraverso l'attività tonica e fasica, contribuiscono a mantenere pervie le vie aeree superiori, stabilizzando le pareti faringee. Nei soggetti predisposti al collasso faringeo, l'attività di questi muscoli tende a essere più elevata rispetto a quella di individui normali. Tuttavia, uno squilibrio tra le forze che regolano l'apertura e la chiusura delle vie aeree può determinare una riduzione dell'attività fasica, compromettendo la pervietà. Un'ulteriore forza dilatante è esercitata dalla contrazione del diaframma e dei muscoli intercostali durante l'inspirazione, che genera una trazione che si estende fino alle vie aeree superiori. (1)

Durante il sonno, si osserva una significativa riduzione dell'attività tonica dei muscoli dilatatori delle vie aeree superiori, fenomeno che determina un aumento della resistenza e un rischio maggiore di collasso. Questa riduzione dell'attività muscolare è mediata da una diminuzione dei livelli di neurotrasmettitori, come serotonina e noradrenalina, che regolano l'attività dei muscoli faringei. Inoltre, durante il sonno, si assiste a un'attenuazione dei riflessi neuromuscolari responsabili del controllo del calibro delle vie aeree, riducendo ulteriormente la capacità del corpo di contrastare il collasso delle vie aeree superiori. (2)

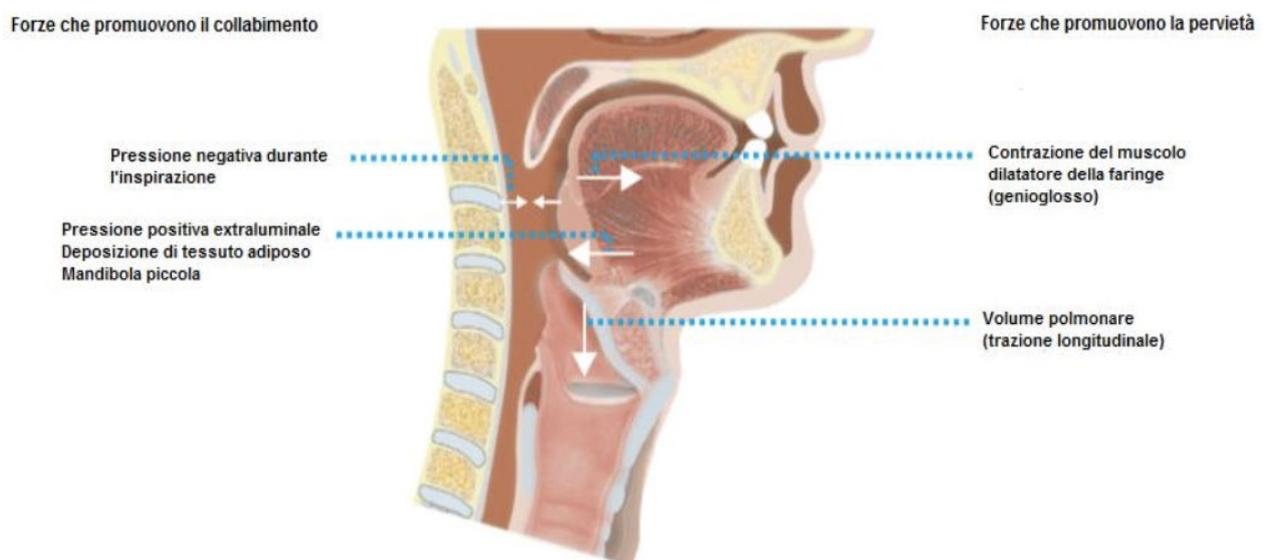


Figura 3: Forze collassanti e forze dilatanti delle vie aeree superiori.

3.2 EPIDEMIOLOGIA

La prevalenza della Sindrome delle Apnee Ostruttive del Sonno (OSAS) è stata ampiamente studiata attraverso numerosi studi epidemiologici condotti in diverse aree geografiche, con risultati talvolta discordanti. Le differenze nei metodi di rilevamento, nei criteri diagnostici e nelle caratteristiche delle popolazioni esaminate influenzano in modo significativo le stime di prevalenza, rendendo complessa una valutazione omogenea della distribuzione della patologia.

Negli Stati Uniti, uno dei primi e più rilevanti studi epidemiologici ha riportato una prevalenza dell'OSAS nella popolazione adulta pari al 4% negli uomini e al 2% nelle donne. Questi dati sono basati su criteri diagnostici rigorosi, che comprendono un indice di apnea-ipopnea (AHI) di almeno 5 eventi per ora di sonno, associato a sintomi clinici di eccessiva sonnolenza diurna. Tuttavia, i risultati ottenuti in Nord America non possono essere considerati necessariamente rappresentativi di altre popolazioni, poiché fattori come l'obesità, l'età e le differenze etniche possono influenzare notevolmente la prevalenza della sindrome.

In Europa, i risultati appaiono sensibilmente diversi, come evidenziato dagli studi condotti in Paesi come la Spagna. Un'analisi basata su un AHI di cinque o più eventi per ora di sonno ha mostrato una prevalenza significativamente più alta rispetto ai dati nordamericani. In particolare, si è riscontrato che circa il 26% degli uomini e il 28% delle donne presenta disturbi respiratori durante il sonno, valori notevolmente superiori alla media globale. Questa discrepanza potrebbe essere attribuita a fattori locali, quali la composizione demografica, le abitudini alimentari e i tassi di obesità, che sono riconosciuti come importanti fattori di rischio per l'OSAS.

Dati ancora più elevati sono stati riportati in Svezia, dove è stato condotto uno dei più significativi studi epidemiologici, l'HypnoLaus Study, nel periodo compreso tra settembre 2009 e giugno 2013. Questo studio, basato sull'utilizzo della polisonnografia, il metodo diagnostico di riferimento per i disturbi respiratori nel sonno, ha analizzato una vasta popolazione adulta al fine di stimare la prevalenza dell'OSAS. I risultati sono stati particolarmente sorprendenti, rivelando che un AHI di 15

o più eventi per ora, indicativo di una forma moderata o severa della sindrome, è stato riscontrato nel 50% degli uomini e nel 23% delle donne partecipanti allo studio. Questi dati suggeriscono che una parte considerevole della popolazione potrebbe essere affetta da OSAS di grado moderato o grave, spesso non diagnosticata. (3)

Le differenze tra questi studi evidenziano non solo la variabilità della prevalenza dell'OSAS tra le diverse popolazioni, ma anche la necessità di adottare metodi diagnostici standardizzati al fine di garantire una comprensione accurata della distribuzione di tale patologia. Le variazioni nei risultati possono anche riflettere l'influenza di variabili quali l'età, il sesso, l'indice di massa corporea e la presenza di comorbidità, fattori che giocano un ruolo determinante nella gravità e nella frequenza delle apnee ostruttive. Questi dati indicano che l'OSAS rappresenta una sfida globale in ambito sanitario, con un impatto rilevante sulla salute pubblica e sulla qualità della vita di milioni di persone.

3.3 FATTORI DI RISCHIO

La Sindrome delle Apnee Ostruttive del Sonno (OSAS) è strettamente correlata a vari fattori di rischio anatomici che limitano il volume delle vie aeree superiori, ostacolando il flusso d'aria e causando episodi di ostruzione durante il sonno. L'obesità è il più significativo e frequente di questi fattori. È ben documentata una correlazione diretta tra l'indice di massa corporea (BMI) e la gravità dell'OSAS: l'accumulo di tessuto adiposo intorno alla base della lingua, il palato molle e il collo porta a un incremento del volume dei tessuti molli, risultando in una riduzione dello spazio per il passaggio dell'aria attraverso la faringe e la laringe. Questa riduzione dello spazio causa un aumento della pressione positiva sulle pareti delle vie aeree superiori, aumentando la probabilità di collasso durante il sonno.

L'influenza dell'obesità non si limita al deposito di grasso nelle strutture del collo e della gola; l'accumulo di tessuto adiposo a livello addominale può compromettere la funzionalità del diaframma. Questo indebolimento diaframmatico diminuisce la capacità dei polmoni di espandersi correttamente durante l'inspirazione, limitando il volume respiratorio e peggiorando ulteriormente i disturbi respiratori notturni. Numerosi studi hanno mostrato che la perdita di peso può migliorare significativamente la condizione, poiché diminuisce la pressione sui tessuti delle vie aeree superiori, migliorando così il flusso d'aria e riducendo gli episodi di apnea.

Un altro fattore di rischio significativo è l'infiammazione e l'edema delle vie aeree superiori, spesso scatenati da condizioni come il fumo, patologie croniche come l'asma, e allergie. Il fumo di sigaretta, in particolare, ha un effetto vasocostrittore a causa della nicotina, che riduce ulteriormente la pervietà delle vie aeree. Inoltre, il fumo introduce nell'organismo sostanze irritanti e cancerogene che causano ipossia e aggravano l'infiammazione dei tessuti respiratori. Questa infiammazione cronica contribuisce al restringimento delle vie aeree e aumenta il rischio di ostruzione.

Oltre a questi fattori, le caratteristiche craniofacciali e la conformazione dei tessuti molli delle vie aeree superiori sono determinanti nel predisporre alcuni individui all'OSAS. I pazienti con questa

condizione spesso presentano un corpo mandibolare piccolo, una mascella retrusa, un osso ioide posizionato più caudalmente e un palato molle lungo. Altre anomalie anatomiche, come un palato duro stretto e un'ipertrofia tonsillare, riducono ulteriormente lo spazio per il passaggio dell'aria.

Inoltre, condizioni neurologiche o muscolari che coinvolgono muscoli chiave come il genioglossa e il tensore del velo palatino possono compromettere la capacità di mantenere aperte le vie aeree durante il sonno. L'instabilità del sistema di controllo respiratorio centrale che regola l'attività muscolare dilatatoria della faringe può portare a una cattiva sincronizzazione dei meccanismi che mantengono aperte le vie aeree, aggravata da un volume polmonare ridotto, spesso associato all'obesità.

Altri fattori di rischio includono familiarità per la condizione, consumo di alcol o sonniferi prima di coricarsi, età avanzata e sesso maschile, tutti elementi che possono influenzare negativamente il tono muscolare e la stabilità delle vie aeree superiori. (4,5)

L'ostruzione delle vie aeree superiori può manifestarsi a vari livelli, con l'ostruzione nasale causata da congestione o polipi, l'ostruzione del nasofaringe dovuta a ipertrofia dell'ugola o del palato molle, e l'ostruzione dell'orofaringe causata da macroglossia o ipertrofia tonsillare, con rari casi di ostruzione dell'ipofaringe. La rimozione chirurgica dei polipi o il trattamento della congestione sono spesso indicati per risolvere queste ostruzioni.



Figura 4: Rino-endoscopia.

3.4 SINTOMI

I sintomi associati alla Sindrome delle Apnee Ostruttive del Sonno (OSAS) variano notevolmente e si manifestano in diversi momenti della giornata, impattando profondamente sulla qualità della vita degli individui affetti.

La sonnolenza diurna eccessiva è uno dei segni clinici più pronunciati dell'OSAS. Questa condizione deteriora significativamente la funzionalità quotidiana, influenzando la capacità dell'individuo di mantenere uno stato di allerta durante il giorno. La sonnolenza si verifica tipicamente in momenti di bassa attività, ma nei casi più gravi, può insorgere anche durante attività che necessitano di elevata attenzione, come la guida, aumentando considerevolmente il rischio di incidenti.

Altri sintomi diurni includono disturbi cognitivi quali difficoltà di memorizzazione e concentrazione, decremento dell'attenzione e diminuzione dell'interesse per le attività quotidiane. Questi sintomi sono frequentemente accompagnati da una persistente sensazione di mancato riposo nonostante un'apparente adeguata durata del sonno. Inoltre, il risveglio può essere segnato da cefalea mattutina, spesso correlata sia alla scarsa qualità del sonno che agli episodi di ipossia notturna dovuti alle apnee. Durante la notte, il russamento intenso è comune e spesso notato dai partner di letto. Questo sintomo può disturbare il riposo altrui e serve come indicatore di una possibile ostruzione delle vie aeree. In aggiunta, i pazienti possono esperire sensazioni di soffocamento o mancanza d'aria durante il sonno, che inducono risvegli improvvisi, noti come arousal. Tali arousal sono reazioni di difesa che ristabiliscono la respirazione ma interrompono il sonno profondo e riparatore, contribuendo ulteriormente alla stanchezza percepita durante il giorno. (6)

3.5 COMPLICANZE E CONSEGUENZE

Il ripetersi degli episodi di apnea-ipopnea nel sonno porta a significative conseguenze sulla salute. Ogni episodio può causare una riduzione della saturazione di ossigeno nel sangue, portando a ipossia generalizzata. Questa condizione, insieme a variazioni della frequenza cardiaca e all'aumento della pressione arteriosa, può danneggiare il sistema cardiovascolare a lungo termine. Allo stesso tempo, la frammentazione del sonno dovuta agli episodi di apnea contribuisce a una sonnolenza diurna marcata, incidendo negativamente sulla qualità della vita e aumentando il rischio di incidenti durante il giorno.

Con il tempo, l'esposizione cronica agli episodi di apnea notturna può evolvere in condizioni più gravi come l'ipertensione arteriosa cronica, vari disordini metabolici, aritmie cardiache, scompensi cardiaci, malattie coronariche, e patologie cerebrovascolari come l'ictus. Anche l'insufficienza respiratoria, i disturbi cognitivi e quelli dell'umore possono manifestarsi come conseguenze dirette delle OSAS. Gli episodi di OSA comportano sempre un aumento dello sforzo respiratorio e un tentativo di ripristinare la normale ventilazione, attivando il sistema nervoso simpatico. Questo provoca vasocostrizione e un incremento acuto della pressione sanguigna arteriosa sistemica. (7)

Lo Sleep Heart Health Study ha mostrato che vi è una relazione proporzionale tra la severità dell'OSA e l'aumento dei livelli di trigliceridi, nonché una diminuzione delle lipoproteine ad alta densità. Questi fenomeni possono portare a insulino-resistenza, particolarmente in soggetti obesi.

La sonnolenza diurna, la frammentazione del sonno causata dagli arousal notturni, e lo stress ossidativo subito dalle cellule nervose durante gli episodi di apnea-ipopnea contribuiscono all'indebolimento delle funzioni cognitive, inclusa la memoria, la creatività, la vigilanza, la capacità di risolvere problemi e di prendere decisioni. Ciò può aumentare il rischio di incidenti sia sul lavoro che stradali, talvolta con esiti fatali.

Inoltre, è stato osservato che l'OSAS è frequentemente associata a condizioni psicologiche come la depressione. I pazienti affetti da depressione hanno una probabilità cinque volte maggiore di soffrire

di disturbi respiratori nel sonno rispetto alla popolazione generale. Trattamenti come la terapia con pressione positiva continua delle vie aeree (CPAP) hanno mostrato miglioramenti sia nell'OSA che nella depressione, suggerendo un forte legame tra queste condizioni. (8)

Accanto a queste complicanze generali, l'OSAS ha ripercussioni anche a livello posturale, determinando modifiche che incidono significativamente sulla salute fisica e sul benessere quotidiano del paziente. Queste modifiche posturali, dovute sia alla necessità di compensare i problemi respiratori durante il sonno, sia alla stanchezza cronica che caratterizza la sindrome, provocano una serie di adattamenti che interessano l'intera struttura muscolo-scheletrica.

Innanzitutto, la postura del capo protratta è uno dei cambiamenti più evidenti e problematici. La testa spinta in avanti non solo durante il sonno ma anche durante il giorno può diventare un'abitudine difficile da correggere. Questo comportamento porta a uno squilibrio nei muscoli del collo e delle spalle, causando un aumento della tensione nei muscoli cervicali e scapolari. Questo squilibrio può risultare in un aumento del dolore cronico, mal di testa e una ridotta mobilità del collo, complicando le attività quotidiane e riducendo significativamente la qualità della vita.

Analogamente, la curvatura della colonna vertebrale subisce modifiche, con un aumento della cifosi toracica, che vede la parte superiore della schiena curvarsi eccessivamente. Questa postura curva può creare uno squilibrio muscolare che mette sotto pressione i muscoli posteriori del collo e della schiena, peggiorando la fatica e il dolore cronico. Questo può limitare ulteriormente l'attività fisica e alimentare un ciclo vizioso in cui una postura indebolita contribuisce ulteriormente a una peggiore qualità del sonno e a un aggravamento delle posture scorrette.

Per quanto riguarda il bacino e la parte inferiore della schiena, la stanchezza cronica spesso conduce a un'antiversione del bacino, caratterizzata dall'inclinazione in avanti del bacino che esagera la curva lombare (lordosi). Questa posizione può intensificare il dolore nella parte bassa della schiena e contribuire a un allineamento scorretto lungo l'intera colonna vertebrale, compromettendo la stabilità e la mobilità.

Infine, la respirazione e la postura del torace sono influenzate dagli sforzi compiuti per mantenere una respirazione efficace durante gli episodi notturni di apnea. Spesso, si sviluppa un pattern di respirazione alta e toracica, meno efficiente della respirazione diaframmatica. Questo può aumentare la tensione nei muscoli intercostali e del torace, peggiorando la postura complessiva e limitando ulteriormente l'energia disponibile per altre attività durante il giorno.

3.6 DIAGNOSI

La diagnosi della Sindrome delle Apnee Ostruttive del Sonno (OSAS) si fonda principalmente sull'impiego della polisonnografia, considerata il gold standard per l'identificazione e la valutazione di questa patologia. Tale esame viene eseguito in laboratorio e si articola tipicamente su due notti consecutive: la prima consente al paziente di adattarsi all'ambiente, riducendo l'effetto noto come “primo sonno in laboratorio”, mentre la seconda è dedicata alla raccolta dei dati necessari per un'accurata valutazione diagnostica. (9)

3.6.1 POLISONNOGRAFIA

La polisonnografia costituisce un'indagine diagnostica complessa che consente il monitoraggio simultaneo di numerosi parametri fisiologici durante il sonno, quali l'attività cerebrale, il flusso respiratorio, i livelli di ossigeno nel sangue e l'attività muscolare. Questo esame è di cruciale importanza per rilevare anomalie nelle fasi del sonno e identificare eventi respiratori anomali, come apnee e ipopnee, che caratterizzano l'OSAS.

3.6.2 PROCEDURA DELL'ESAME

L'esecuzione della polisonnografia è non invasiva e priva di dolore. Durante l'esame, il paziente è collegato a un polisonnografo, un apparecchio computerizzato che registra i seguenti parametri mediante una serie di sensori ed elettrodi posizionati sul corpo:

- Elettroencefalogramma (EEG): rileva l'attività cerebrale per identificare le fasi del sonno e rilevare eventuali arousals (risvegli brevi e impercettibili) associati ad episodi di apnea.
- Elettrocardiogramma (ECG): misura l'attività elettrica del cuore, utile per osservare eventuali aritmie che possono insorgere durante gli episodi apnoici.

- Elettromiogramma (EMG): registra l'attività muscolare, in particolare nei muscoli submentali e tibiali anteriori, per identificare movimenti involontari indicativi di micro-risvegli o altri disturbi del sonno.
- Elettrooculogramma (EOG): monitora i movimenti oculari, essenziali per distinguere tra le fasi REM e NON-REM del sonno.
- Controllo del flusso aereo: rileva la presenza e la quantità del flusso respiratorio attraverso le narici e la bocca, tramite un termistore o una cannula nasale.
- Monitoraggio degli sforzi respiratori: registra i movimenti toracici e addominali per valutare gli sforzi respiratori e distinguere tra apnee ostruttive, centrali o miste.
- Ossimetria del polso: misura la saturazione dell'ossigeno nel sangue, fondamentale per valutare la gravità delle apnee e il loro impatto sull'ossigenazione.
- Monitoraggio della frequenza cardiaca: rileva variazioni nella frequenza cardiaca che possono essere correlate agli episodi apnoici.
- Analisi del russamento: tramite un microfono, rileva la presenza e l'intensità del russamento, un sintomo comune nell'OSAS.
- Analisi della posizione del corpo: registra le posizioni assunte durante il sonno, per identificare se le apnee sono posizionali (ossia legate a specifiche posizioni del corpo). (10)

3.6.3 FASI DEL SONNO

La polisonnografia consente di analizzare le diverse fasi del sonno e le eventuali alterazioni. Il sonno umano si suddivide principalmente in due fasi:

- Fase NON-REM (Sonno ortodosso): si articola in quattro stadi, che vanno dal sonno leggero al sonno profondo. Durante questa fase, l'organismo si rigenera, con un aumento della produzione di ormoni della crescita e una riduzione degli ormoni corticoidi. Con il progredire

della notte, gli stadi del sonno NON-REM diventano progressivamente più brevi, mentre la fase REM si allunga.

- Fase REM (Rapid Eye Movement o Sonno paradossoso): caratterizzata da un'intensa attività cerebrale, rapidi movimenti oculari e un aumento della frequenza cardiaca e respiratoria. Durante la fase REM, si verificano i sogni e si osserva una paralisi muscolare parziale, indotta dagli ormoni, che serve a prevenire movimenti pericolosi durante i sogni. (11)

3.6.4 INDICI DIAGNOSTICI

Uno degli indici principali utilizzati per valutare la gravità dell'OSAS è l'indice AHI (Apnea-Hypopnea Index), che rappresenta il numero medio di apnee ed ipopnee per ora di sonno registrate durante la polisonnografia. Secondo i criteri stabiliti dall'American Academy of Sleep Medicine (AASM), la diagnosi di OSAS può essere posta nei seguenti casi:

- $AHI \geq 15$: indipendentemente dalla presenza di sintomi associati.
- $AHI \geq 5$: in presenza di almeno uno dei seguenti sintomi o comorbidità:
 - Sonnolenza diurna, sonno non ristoratore, stanchezza o insonnia;
 - Risvegli con senso di soffocamento o mancanza d'aria;
 - Diagnosi di patologie come ipertensione, disturbi dell'umore, disfunzioni cognitive, malattie delle arterie coronarie, ictus, scompenso cardiaco, fibrillazione atriale o diabete mellito di tipo 2;
 - Segnalazione da parte del partner di letto di russamento abituale o interruzioni del respiro durante il sonno.

In base all'indice AHI, l'OSAS viene classificata come segue:

- OSAS lieve: AHI compreso tra 5 e 15.
- OSAS moderata: AHI compreso tra 15 e 30.
- OSAS severa: AHI superiore a 30.

È importante notare che un valore elevato di AHI non sempre si correla direttamente con una sintomatologia più grave. Tuttavia, pazienti con AHI più elevato tendono a presentare conseguenze neurocognitive più significative. (12,13)



Figura 5: Polissonnografo di laboratorio.

3.6.5 ESAMI DIAGNOSTICI ALTERNATIVI

Oltre alla polissonnografia, esistono altri test diagnostici eseguibili al di fuori del laboratorio, come il Home Sleep Testing (HST). Questi test, sebbene monitorino un numero inferiore di parametri fisiologici rispetto alla polissonnografia standard, possono comunque fornire risultati validi se applicati a pazienti selezionati secondo criteri rigorosi.

I test HST si suddividono in quattro categorie:

- Tipo 1: Polissonnografia classica eseguita in laboratorio, che resta il test di riferimento.

- Tipo 2: Test domiciliare che monitora sette parametri, tra cui frequenza cardiaca, saturazione dell'ossigeno, flusso aereo, sforzo respiratorio, movimento oculare e movimenti degli arti superiori e inferiori.
- Tipo 3: Test domiciliare che registra quattro parametri (frequenza cardiaca, saturazione dell'ossigeno, flusso aereo e sforzo respiratorio) senza rilevare le fasi del sonno.
- Tipo 4: Test domiciliare che monitora tre parametri (frequenza cardiaca, saturazione dell'ossigeno e sforzo respiratorio).

Nonostante questi test possano vantare sensibilità e specificità comparabili a quella della polisonnografia standard, essi devono essere riservati a pazienti attentamente selezionati. Pazienti affetti da gravi patologie polmonari, cardiovascolari, neurologiche, neuromuscolari o da altri disturbi del sonno non sono candidati ideali per l'HST.

Altri indici diagnostici, come il RDI (Respiratory Disturbance Index) e il RERA (Respiratory Effort Related Arousal), possono essere utili per identificare disturbi respiratori durante il sonno. L'RDI considera il rapporto tra apnee, ipopnee o limitazioni del flusso aereo per ora; se supera le 10 fasi all'ora, indica un disturbo respiratorio del sonno di tipo apnoico. Il RERA, invece, valuta la limitazione del flusso respiratorio con un progressivo incremento dello sforzo respiratorio e un arousal a livello elettroencefalografico. (13)

3.7 TRATTAMENTO CON MAD

3.7.1 MAD (DISPOSITIVO DI AVANZAMENTO MANDIBOLARE)

Il Dispositivo di Avanzamento Mandibolare (MAD) è una delle soluzioni terapeutiche più consolidate per il trattamento della Sindrome delle Apnee Ostruttive del Sonno (OSAS). La gravità della sindrome varia da forme lievi a severe, e l'approccio terapeutico deve essere modulato in funzione di questa variabilità.

Il MAD si presenta come un'opzione terapeutica non invasiva e ben tollerata per pazienti con forma lieve e moderata, soprattutto per quelli che non trovano beneficio o non tollerano la terapia con CPAP (Continuous Positive Airway Pressure). Questo dispositivo, grazie al suo meccanismo di funzionamento innovativo, agisce direttamente sulla configurazione della mandibola e dei tessuti molli della gola, migliorando il flusso respiratorio e riducendo drasticamente il numero di episodi di apnea. Il principio di funzionamento del MAD si fonda su una modificazione della posizione della mandibola, che favorisce il mantenimento delle vie aeree superiori aperte durante il sonno. (14)

3.7.2 MECCANISMO D'AZIONE DEL MAD

Il meccanismo d'azione del Dispositivo di Avanzamento Mandibolare è semplice, ma estremamente efficace: attraverso il riposizionamento anteriore della mandibola, il MAD previene il collasso delle vie aeree superiori, migliorando il flusso d'aria e riducendo l'incidenza di apnee. Questa azione è particolarmente rilevante a livello del faringe, un'area critica dove il collasso delle vie aeree è più frequente nei pazienti con OSAS.

Una delle principali azioni del MAD è il sollevamento delle parti laterali delle vie aeree superiori, in particolare nella zona velofaringea. Durante il sonno, i tessuti molli, come la lingua e il palato molle,

tendono a rilassarsi e collassare, causando ostruzioni delle vie respiratorie. Il MAD stabilizza queste strutture, riducendo la pressione esercitata sui tessuti molli e prevenendo il loro collasso. Questo meccanismo è cruciale per interrompere la sequenza di apnee e ipopnee che caratterizzano la sindrome.

Inoltre, il MAD sposta lateralmente i cuscinetti adiposi faringei, che contribuiscono al restringimento delle vie aeree superiori. Questi cuscinetti, se lasciati in posizione naturale, possono aggravare ulteriormente l'ostruzione. Il dispositivo, distanziando questi tessuti, permette un passaggio dell'aria più agevole e riduce il rischio di episodi di ostruzione notturna. Questo effetto è particolarmente utile nei pazienti con caratteristiche anatomiche predisponenti, come un eccesso di tessuto adiposo nella regione faringea. (15)

Oltre a influire sulla struttura anatomica delle vie aeree, il MAD agisce sui muscoli responsabili del mantenimento della pervietà faringea. Il muscolo genioglosso, che ha il compito di mantenere il faringe aperto, viene stimolato durante la veglia. Durante il sonno, invece, l'attività del genioglosso si riduce, ma viene compensata dall'attivazione di altri gruppi muscolari, come i muscoli masseteri e submentali. Questi muscoli stabilizzano la mandibola avanzata e contribuiscono a mantenere le vie aeree pervie e funzionali durante il sonno. Questa sinergia tra modifiche anatomiche e attivazione muscolare garantisce una maggiore stabilità delle vie aeree superiori, riducendo significativamente il numero di episodi di apnea e migliorando la qualità complessiva del sonno. (16,17)

3.7.3 VARIETÀ DI DISPOSITIVI MAD

Esistono diverse tipologie di Dispositivi di Avanzamento Mandibolare, progettate per rispondere alle esigenze individuali dei pazienti e personalizzare il trattamento in base alla gravità dell'OSAS, alle caratteristiche anatomiche e alle preferenze del paziente. La disponibilità di queste varianti consente di massimizzare l'efficacia terapeutica del dispositivo.

- **MAD Regolabili:** Questi dispositivi permettono una regolazione progressiva del grado di avanzamento mandibolare. All'inizio del trattamento, il dispositivo può essere configurato con

un avanzamento minimo, che può essere gradualmente aumentato in base alla risposta clinica del paziente e alla sua tolleranza. I MAD regolabili offrono una maggiore flessibilità terapeutica, consentendo di adattare il dispositivo alle esigenze del paziente nel corso del tempo, riducendo al contempo il disagio e ottimizzando i risultati clinici.

- **MAD Non Regolabili:** Questi dispositivi hanno una configurazione fissa che non può essere modificata dopo l'adattamento iniziale. Sono progettati per fornire un avanzamento mandibolare predeterminato, stabilito durante una valutazione clinica accurata. Sebbene manchino della flessibilità dei dispositivi regolabili, i MAD non regolabili rappresentano una soluzione efficace per pazienti con OSAS lieve o moderata, che non necessitano di modifiche dinamiche durante il trattamento.
- **MAD Auto-Modellanti e Personalizzati:** Questi dispositivi rappresentano la massima espressione di personalizzazione e comfort. I MAD auto-modellanti consentono al paziente di adattare il dispositivo direttamente nella propria bocca, mentre i modelli completamente personalizzati sono realizzati su misura utilizzando tecnologie avanzate, come la scansione digitale delle arcate dentali. Questi dispositivi offrono un adattamento preciso e confortevole, riducendo al minimo i problemi di tolleranza e massimizzando l'efficacia del trattamento.

(18,19)



Figura 6: MAD del tipo Somnodent.



Figura 7: MAD del tipo Klearway.



Figura 8: MAD del tipo TAP (Thorton Adjustable Positioner).



Figura 9: MAD del tipo IST (Intraoral Snoring-Therapy appliance).

3.7.4 INNOVAZIONI TECNOLOGICHE

Le recenti innovazioni tecnologiche hanno portato allo sviluppo di MAD con microsensori termometrici integrati, che hanno rivoluzionato il monitoraggio del trattamento. Questi sensori sono in grado di rilevare e registrare la temperatura all'interno della bocca del paziente durante l'uso del dispositivo, fornendo dati oggettivi sull'effettivo utilizzo del MAD. Ciò consente ai professionisti sanitari di monitorare in modo preciso e continuo la compliance del paziente, verificando se il dispositivo viene utilizzato per il numero raccomandato di ore notturne.

Questa tecnologia avanzata permette di ottimizzare la terapia, intervenendo tempestivamente in caso di utilizzo insufficiente o di problemi di aderenza al trattamento. I dati raccolti dai microsensori possono inoltre essere utilizzati per personalizzare ulteriormente il trattamento, apportando eventuali modifiche al dispositivo per migliorare il comfort e massimizzare l'efficacia. (20)

3.7.5 EFFICACIA CLINICA E COMPLIANCE

L'efficacia clinica del MAD è stata ampiamente dimostrata in numerosi studi scientifici, i quali evidenziano come l'uso regolare del dispositivo porti a una riduzione significativa dell'Indice di Apnea-Ipopnea (AHI). In pazienti affetti da OSAS lieve o moderata, il MAD è in grado di ridurre l'AHI fino al 50%, con effetti positivi non solo sul controllo delle apnee, ma anche sul miglioramento della qualità del sonno, della sonnolenza diurna e delle funzioni cognitive.

Tuttavia, il successo del trattamento con MAD dipende fortemente dalla compliance del paziente. È fondamentale che il dispositivo venga indossato regolarmente e per un numero sufficiente di ore ogni notte (generalmente 6-8 ore). Alcuni pazienti possono incontrare difficoltà iniziali nell'adattamento al dispositivo, come fastidi mandibolari o dentali, ma il follow-up regolare permette di risolvere questi problemi e ottimizzare l'uso del MAD.

Il monitoraggio continuo del trattamento è essenziale per garantire il successo a lungo termine. Controlli periodici permettono di valutare l'efficacia del dispositivo, verificare che il MAD sia

utilizzato correttamente e apportare eventuali aggiustamenti per migliorare il comfort del paziente. Il follow-up permette inoltre di rilevare tempestivamente eventuali problematiche, come un'insufficiente aderenza al trattamento o un uso irregolare del dispositivo, offrendo l'opportunità di intervenire per migliorare la compliance.

L'introduzione di tecnologie avanzate, come i microsensori termometrici, ha ulteriormente potenziato la capacità di monitorare l'effettivo utilizzo del MAD in tempo reale, fornendo dati oggettivi che permettono di personalizzare ulteriormente il trattamento e ottimizzarne l'efficacia. La capacità di raccogliere informazioni dettagliate sull'uso del dispositivo ha migliorato la precisione con cui i medici possono valutare il successo del trattamento, favorendo una gestione più mirata e basata sui dati. (15,20)

3.7.6 CONTROINDICAZIONI

Nonostante i numerosi benefici, l'uso del MAD non è indicato in tutte le situazioni cliniche. Una delle principali controindicazioni riguarda la cattiva salute dentale, come la presenza di carie avanzate, la mancanza di denti sufficienti per l'ancoraggio del dispositivo o malattie parodontali che causano mobilità dentale. In questi casi, il dispositivo potrebbe non essere stabile, compromettendo l'efficacia del trattamento e causando fastidi o ulteriori complicazioni.

Un'altra controindicazione significativa riguarda i pazienti affetti da disturbi dell'articolazione temporomandibolare (ATM). L'uso del MAD richiede che la mandibola sia mantenuta in una posizione avanzata per diverse ore durante il sonno, il che potrebbe aggravare i sintomi dell'ATM, causando dolore o rigidità mandibolare. È pertanto essenziale che ogni paziente venga sottoposto a una valutazione odontoiatrica completa prima di iniziare la terapia con MAD. (21)

3.8 ALTRE TERAPIE

3.8.1 TERAPIA COMPORTAMENTALE

La riduzione del peso corporeo rappresenta un intervento decisivo nella gestione degli episodi di apnea-ipopnea, influenzando positivamente sia la loro frequenza sia la loro intensità. In questo quadro, è fondamentale che i pazienti affetti da OSAS e che presentano problemi di sovrappeso adottino un regime alimentare ipocalorico, scrupolosamente elaborato da un professionista qualificato come un dietologo o un medico nutrizionista. Per gli individui affetti da obesità patologica, la perdita di peso significativa, spesso conseguente a procedure come la chirurgia bariatrica resettiva, può portare alla risoluzione completa del disturbo.

La strategia primaria per il trattamento delle apnee ostruttive del sonno in soggetti sovrappeso include l'adozione di uno stile di vita attivo con esercizio fisico regolare, accoppiato a un'alimentazione attentamente bilanciata. Questa combinazione non solo contribuisce alla perdita di peso ma migliora anche l'efficacia respiratoria durante il sonno. Interessante notare che anche una riduzione del peso relativamente modesta può determinare miglioramenti clinicamente significativi, evidenziati dalla riduzione dell'indice Apnea-Ipopnea (AHI).

Oltre alla gestione del peso, un altro pilastro della terapia comportamentale è il miglioramento dell'igiene del sonno, elemento cruciale per l'efficacia del trattamento complessivo. Pratiche specifiche come evitare l'assunzione di alcool e sedativi prima del riposo notturno sono essenziali, poiché queste sostanze possono rilassare eccessivamente i muscoli delle vie aeree superiori, prolungando e intensificando le apnee. Allo stesso modo, è consigliato ridurre o eliminare il consumo di tabacco, noto per le sue influenze negative sulla salute respiratoria e la qualità del sonno.

Adottare orari regolari per coricarsi e alzarsi è un'altra pratica raccomandata che aiuta a sincronizzare i ritmi circadiani, stabilizzando il ciclo sonno-veglia. Questo contribuisce a garantire un sonno notturno più profondo e riparatore, riducendo le probabilità di disturbi respiratori notturni. Mantenere

una routine costante per il sonno non solo migliora la qualità del riposo ma supporta anche la regolazione metabolica, fondamentale per il controllo del peso e, per estensione, per la gestione dell'OSAS.

L'implementazione di questi cambiamenti comportamentali richiede un impegno sostenuto sia da parte del paziente che del team clinico, essendo essenziale un monitoraggio regolare e un adattamento continuo delle strategie terapeutiche in risposta ai progressi del paziente. (22)

3.8.2 TERAPIA POSIZIONALE

Per numerosi pazienti affetti da OSAS, una modifica della posizione assunta durante il sonno può apportare significativi benefici. È noto che specifiche posture assunte durante il riposo influenzano direttamente la frequenza e la gravità degli episodi di apnea e ipopnea. Particolarmente critica è la posizione supina, in cui il rilassamento dei tessuti della gola può facilitare l'ostruzione delle vie aeree. Pertanto, si raccomanda di evitare questa posizione, preferendo invece il decubito laterale, che tende a minimizzare il rischio di collasso delle vie aeree.

In situazioni in cui i disturbi respiratori si manifestano primariamente quando il paziente dorme sulla schiena, può essere utile l'impiego di un dispositivo dissuasore di posizione. Questo apparecchio, spesso dotato di meccanismi che emettono una lieve vibrazione in risposta al decubito supino, stimola il paziente a cambiare posizione senza svegliarlo completamente. L'obiettivo è indurre il soggetto a girarsi su un lato, contribuendo così a mantenere le vie aeree aperte durante il sonno.

L'utilizzo di tali dispositivi si basa sulla premessa che interrompere la sequenza di posizioni che favoriscono l'ostruzione delle vie aeree può ridurre significativamente sia il numero che l'intensità degli episodi apnoici. Questa strategia, parte integrante della terapia posizionale, si è dimostrata efficace per molti pazienti, specialmente in casi di OSAS lieve o moderata. Si raccomanda la consultazione con uno specialista del sonno per una valutazione personalizzata, al fine di determinare l'approccio terapeutico più adatto e per garantire che il dispositivo dissuasore sia utilizzato correttamente, massimizzando così i benefici terapeutici. (23)

3.8.3 TERAPIA FARMACOLOGICA

Nonostante l'ampio interesse e gli sforzi di ricerca degli ultimi anni, le opzioni farmacologiche per trattare la Sindrome delle Apnee Ostruttive del Sonno (OSAS) rimangono limitate. I farmaci attualmente disponibili non agiscono direttamente sulla causa delle apnee ma possono giocare un ruolo complementare nel trattamento, soprattutto per alleviare sintomi secondari come l'eccessiva sonnolenza diurna. Questo miglioramento nella vigilanza diurna può, a sua volta, contribuire a ottimizzare il riposo notturno del paziente.

In genere, la terapia farmacologica viene impiegata in combinazione con altre modalità di trattamento, come la terapia protesico-ventilatoria, per massimizzare i benefici complessivi. Tra i farmaci considerati, troviamo la teofillina, un agente broncodilatatore tradizionalmente usato nel trattamento dell'asma bronchiale. Studi hanno suggerito che la teofillina può anche ridurre il numero di episodi di apnee notturne, anche se non senza rischi. Effetti collaterali come palpitazioni e insonnia possono limitarne l'uso, e deve essere evitata assolutamente la somministrazione concomitante con il consumo di tabacco e alcol, a causa del potenziale aumento di reazioni avverse.

Come alternative, vengono prescritti farmaci anti-narcolettici quali anfetamine e modafinil. Sebbene questi farmaci non trattino direttamente le apnee, sono efficaci nel mitigare la sonnolenza diurna, migliorando così la qualità della vita dei pazienti. Tuttavia, il loro uso deve essere attentamente monitorato, data la natura potente e gli effetti stimolanti di questi trattamenti.

È fondamentale che la prescrizione e l'uso di questi farmaci siano guidati da una valutazione accurata da parte di uno specialista, che possa bilanciare i potenziali benefici con i rischi associati. Inoltre, questi trattamenti devono essere considerati parte di un approccio terapeutico più ampio che include modifiche dello stile di vita e, se necessario, l'utilizzo di dispositivi meccanici per garantire un approccio olistico alla gestione della OSAS. La cooperazione tra paziente e team medico è essenziale per ottimizzare i risultati del trattamento e minimizzare gli effetti collaterali. (24)



Figura 10: Farmaco a base di teofillina per la cura di malattie ostruttive croniche delle vie aeree.

3.8.4 TERAPIA PROTESICO-VENTILATORIA

La ventilazione meccanica a pressione positiva è un trattamento utilizzato per gestire sintomaticamente la Sindrome delle Apnee Ostruttive del Sonno (OSAS), soprattutto durante le ore notturne. Questo metodo impiega un dispositivo che, mediante una maschera ventilatoria applicata sul viso, eroga un flusso d'aria a pressione costante sia al naso sia, in alcuni casi, alla bocca. L'obiettivo è di mantenere aperte le vie aeree, prevenendo il loro collasso e garantendo una respirazione regolare e continua durante il sonno. (25)

Il dispositivo, comunemente utilizzato nelle abitazioni dei pazienti, può essere impiegato anche in ambiente ospedaliero, specialmente per i neonati prematuri che necessitano di assistenza respiratoria. La macchina PAP (Positive Airway Pressure) eroga l'aria a una pressione calibrata dal medico, basata sui risultati di una polisonnografia. Questa pressione, misurata in centimetri d'acqua, varia generalmente da 4 a 20 cm H₂O, potendo raggiungere in casi gravi fino a 25 o 30 cm H₂O.

La terapia può essere impostata in diverse modalità:

- C-PAP (Continuous Positive Airway Pressure): eroga una pressione continua, superiore alla pressione atmosferica. Le varianti includono:
 - nC-PAP (nasal Continuous Positive Airway Pressure): utilizzato nei neonati con occhialini nasali.
 - nP-C-PAP (nasopharyngeal Continuous Positive Airway Pressure).
 - nM-C-PAP (nasal mask Continuous Positive Airway Pressure).
- A-PAP (Automatic Positive Airway Pressure): regola automaticamente la pressione in base alla resistenza respiratoria del paziente a ogni respiro, fornendo la pressione necessaria in tempo reale.
- V-PAP o B-PAP (Variable/Bilevel Positive Airway Pressure): offre due livelli di pressione, una maggiore durante l'inspirazione (I-PAP) e una minore durante l'espirazione (E-PAP).
- xPAP ST (Spontaneous Timed): stabilisce un numero predeterminato di respiri al minuto, usato prevalentemente in pazienti con apnee centrali.

Questo trattamento non cura la condizione di base ma serve come misura palliativa che non influisce direttamente sull'attività muscolare delle vie aeree superiori. Tuttavia, i benefici possono essere notati sin dalla prima notte di utilizzo, riducendo notevolmente la sonnolenza diurna e migliorando complessivamente la qualità della vita del paziente, con effetti positivi sull'umore, le funzioni neurocognitive e le condizioni cardiovascolari associate alla patologia.

Nonostante la terapia protesico-ventilatoria sia l'approccio preferito per i casi di OSAS moderata o severa, la compliance a lungo termine rimane una sfida, con solo il 60-70% dei pazienti che continua

a utilizzare il dispositivo dopo cinque anni dall'inizio del trattamento. La riluttanza iniziale può essere dovuta alla percezione del dispositivo e della maschera come ingombranti e rumorosi. Alcuni pazienti si adattano in poche settimane, mentre altri possono necessitare di provare diverse maschere prima di trovare quella più adatta alle loro esigenze. (26)



Figura 11: Macchinario domiciliare C-PAP con maschera nasale.

3.8.5 TERAPIA PROTESICO-ORTODONTICA

La terapia protesico-ortodontica per il trattamento della Sindrome delle Apnee Ostruttive del Sonno (OSAS) include l'uso di dispositivi orali quali i dispositivi di ritenzione della lingua (TRD) e i dispositivi di avanzamento mandibolare (MAD). Mentre i MAD sono stati ampiamente trattati in un paragrafo precedente, i TRD rappresentano un'altra soluzione significativa all'interno di questa categoria terapeutica.

I dispositivi di ritenzione della lingua (TRD) sono una delle opzioni per il trattamento sintomatico dei disturbi respiratori del sonno, inclusa la Sindrome delle Apnee Ostruttive del Sonno (OSAS). Questi dispositivi orali sono specificamente progettati per ridurre il russamento e le apnee notturne,

offrendo un'alternativa a chi non può utilizzare altri tipi di apparecchi endorali come i dispositivi di avanzamento mandibolare (MAD).

I TRD sono realizzati in acrilico morbido e sono caratterizzati dalla presenza di un bulbo in materiale elastico posto anteriormente. Durante l'uso, la punta della lingua viene delicatamente risucchiata all'interno di questo bulbo, creando una pressione negativa che mantiene la lingua in una posizione protrusa. Questo meccanismo a ventosa non solo impedisce alla lingua di ritrarre verso la gola, ma contribuisce anche ad aumentare la tensione delle pareti faringee. Di conseguenza, si verifica un incremento del diametro delle vie aeree superiori, sia in senso laterale che antero-posteriore, riducendo così il rischio di collabimento della faringe durante il sonno.

Nonostante la potenziale efficacia di questi dispositivi, la letteratura scientifica ha evidenziato che i TRD possono essere di debole efficacia in alcuni casi, spesso a causa di problemi di accettazione e tolleranza da parte dei pazienti. Questi dispositivi sono particolarmente utili in individui che non hanno un adeguato ancoraggio dentale o che non sono in grado di protrudere sufficientemente la mandibola, rendendo così i MAD meno praticabili. In tali circostanze, i TRD offrono una soluzione valida, anche se possono richiedere un periodo di adattamento da parte del paziente per abituarsi al dispositivo durante il sonno. (27)

3.8.6 TERAPIA CHIRURGICA

Tra le opzioni terapeutiche più invasive per il trattamento delle OSAS si annoverano diversi interventi sulle vie aeree superiori, come la tonsillectomia, l'uvulopalatofaringoplastica (UPPP), e l'avanzamento bimascellare mediante tecniche osteotomiche.

Tonsillectomia è il termine medico che descrive l'asportazione chirurgica delle tonsille, che può essere necessaria quando queste sono ingrandite a tal punto da ostruire le vie aeree superiori e causare apnee notturne. L'intervento è realizzato in anestesia generale, utilizzando strumenti tradizionali o tecnologie più avanzate come il bisturi a radiofrequenza, che cauterizza la ferita riducendo la necessità di sutura.

L'uvulopalatofaringoplastica (UPPP) è un'operazione che mira a eliminare il tessuto in eccesso del palato molle, responsabile dell'ostruzione del flusso d'aria in determinate posizioni durante il sonno. Questo intervento, eseguito anch'esso in anestesia generale, riapre le vie respiratorie e permette al tessuto rimanente di indurirsi durante il processo di guarigione, prevenendo così il collabimento dei tessuti. (28)

La chirurgia ortognatica di avanzamento bimaxillare rappresenta un approccio più complesso, anch'esso realizzato in anestesia generale. Questa procedura include vari passaggi:

- Osteotomia di tipo Le Fort del mascellare.
- Osteotomia sagittale della mandibola.
- Mobilizzazione del mascellare e della mandibola fino alla posizione ottimale.
- Fissazione rigida o semirigida dei frammenti ossei con placche osteointegrate.

Durante l'intervento, il chirurgo cerca di raggiungere una posizione che massimizzi la pervietà delle vie aeree superiori quando il paziente è supino. (29,30)

Per identificare i pazienti che potrebbero beneficiare di questi interventi, si utilizza la Sleep Nose Endoscopy (SNE), un esame endoscopico realizzato con un endoscopio a fibre ottiche mentre il paziente è in uno stato di sonno leggero indotto farmacologicamente. Durante l'esame, i siti di ostruzione delle vie aeree superiori vengono identificati e classificati in cinque categorie:

- Grado 1: russamento a livello palatale.
- Grado 2: ostruzione a livello palatale.
- Grado 3: coinvolgimento multi-segmentale, collabimento orofaringeo e ipofaringeo intermittente.
- Grado 4: collabimento sostenuto su più livelli.

Questo metodo fornisce informazioni dettagliate che superano quelle ottenibili tramite la polisonnografia, permettendo di determinare il trattamento più adatto a seconda della specifica natura dell'ostruzione. Si considera sempre l'obiettivo di rimuovere la causa sottostante del disturbo, come

la rimozione di polipi, la correzione di un setto nasale deviato, o una tonsillectomia, tenendo presente che gli interventi ortognatici possono modificare significativamente l'aspetto estetico del paziente.



Figura 12: Intervento combinato di tonsillectomia e uvulopalatofaringoplastica.

3.9 POSTURA

La postura riveste un ruolo fondamentale nel mantenimento dell'equilibrio e della salute muscoloscheletrica. Un corretto allineamento del corpo non solo favorisce il benessere fisico, ma influisce anche sulle funzioni fisiologiche, come la respirazione, la circolazione e la digestione. Ogni area del corpo contribuisce in maniera specifica a questa complessa dinamica, e il capo, il collo e la regione lombo-sacrale rappresentano punti chiave per garantire una postura ottimale. Analizzare in dettaglio le caratteristiche posturali di queste zone permette di comprendere meglio le implicazioni sulla salute generale e di prevenire problematiche legate a una postura scorretta.

3.9.1 POSTURA GENERALE

La postura rappresenta l'interazione dinamica tra vari sistemi corporei, come il sistema muscoloscheletrico, nervoso e vestibolare, che operano in sinergia per mantenere l'equilibrio e l'orientamento spaziale del corpo sia in movimento che in posizione statica. Un corretto assetto posturale risulta essenziale per prevenire tensioni muscolari e sovraccarichi articolari, riducendo il rischio di dolore, affaticamento e disfunzioni motorie.

Il sistema muscolo-scheletrico costituisce la struttura portante dell'organismo. La colonna vertebrale, con le sue curvature fisiologiche – lordosi cervicale e lombare e cifosi toracica – assicura una distribuzione uniforme del peso corporeo, assorbendo gli impatti legati ai movimenti. I muscoli del core, comprendenti gli addominali e i muscoli lombari, agiscono da stabilizzatori della colonna, fungendo da "corsetto" naturale, mentre tendini e legamenti garantiscono la stabilità articolare limitando movimenti eccessivi. Il sistema nervoso, attraverso meccanismi neuromuscolari e la propriocezione, monitora e regola continuamente l'allineamento corporeo, adattandolo agli stimoli esterni. Il sistema vestibolare, localizzato nell'orecchio interno, fornisce al cervello informazioni sull'equilibrio e sull'orientamento spaziale, consentendo al corpo di mantenere una posizione stabile anche durante movimenti complessi.

Una postura ideale, in posizione eretta, si caratterizza da un allineamento verticale ottimale, con orecchie, spalle, anche e caviglie in linea, e il peso distribuito uniformemente su entrambi i piedi. La testa dovrebbe rimanere dritta, con il mento leggermente retratto, preservando la curva naturale del collo. Le spalle devono essere rilassate e leggermente retratte, mentre il bacino dovrebbe mantenere una posizione neutra, senza eccessive inclinazioni. Questo assetto posturale permette di conservare l'allineamento delle curve fisiologiche della colonna vertebrale, distribuendo in modo bilanciato il peso corporeo.

Il mantenimento di una postura corretta comporta significativi vantaggi per la salute fisica: previene disfunzioni muscolo-scheletriche, favorisce una migliore espansione polmonare migliorando la funzione respiratoria, e facilita il funzionamento degli organi interni, soprattutto a livello digestivo, evitando compressioni dannose. La postura influisce positivamente anche sulla circolazione sanguigna, migliorando il flusso ematico e contribuendo a mantenere una pressione arteriosa ottimale. A livello psicologico e sociale, una postura eretta è spesso correlata a una maggiore autostima e fiducia in sé stessi, proiettando un'immagine di sicurezza e competenza nelle interazioni sociali e professionali. Al contrario, una postura scorretta può trasmettere insicurezza e affaticamento, influenzando negativamente la percezione altrui. (31)

3.9.2 POSTURA DEL CAPO

Una corretta postura del capo si caratterizza per l'allineamento verticale della testa in relazione al resto del corpo. La testa dovrebbe essere posizionata in modo che il mento risulti leggermente retratto, evitando che la testa sporga in avanti. Questo assetto permette di mantenere gli occhi orizzontalmente allineati, facilitando una visione ottimale e riducendo al minimo le torsioni o inclinazioni del capo. Quando la testa è ben allineata, il peso viene distribuito uniformemente lungo la colonna vertebrale, riducendo lo sforzo sui muscoli del collo e delle spalle. Una buona postura del capo contribuisce anche a migliorare la circolazione sanguigna verso il cervello e a facilitare una respirazione più efficiente, evitando restrizioni a livello dei vasi sanguigni e delle vie respiratorie superiori. (32)

3.9.3 POSTURA DEL COLLO

La postura del collo è definita dal mantenimento di una curva lordotica naturale nella colonna cervicale, una leggera curvatura in avanti che è fondamentale per sostenere il peso della testa senza creare eccessive tensioni. Un collo ben allineato si accompagna a spalle rilassate e in posizione abbassata, evitando che si sollevino o si arrotondino in avanti, il che potrebbe alterare l'allineamento cervicale e generare stress sui muscoli e legamenti. Mantenere questa curvatura naturale distribuisce in modo equilibrato le forze lungo la colonna vertebrale, prevenendo compressioni vertebrali e tensioni sui dischi intervertebrali. Una postura ottimale del collo supporta l'equilibrio muscolare dell'intera zona cervicale, prevenendo dolori cronici e rigidità. QUI INSERIRE ARTICOLO CHE MANCA!!

3.9.4 POSTURA LOMBO-SACRALE

La postura lombo-sacrale riguarda l'allineamento della parte inferiore della colonna vertebrale, in particolare la regione lombare e sacrale. Una postura corretta prevede il mantenimento di una curva lordotica naturale nella parte bassa della schiena, che contribuisce a distribuire in modo uniforme il peso corporeo e a ridurre la pressione sui dischi spinali. Il bacino, elemento cruciale per questa postura, deve essere mantenuto in una posizione neutra, evitando inclinazioni eccessive in avanti o indietro. Un'inclinazione scorretta del bacino può causare un aumento della pressione sui muscoli lombari e sulle articolazioni, compromettendo l'allineamento della colonna vertebrale. Mantenere una postura lombo-sacrale adeguata è essenziale per garantire stabilità, prevenire dolori nella zona lombare e migliorare la mobilità e il benessere generale del corpo. (33)

4 SCOPO DELLO STUDIO

Lo scopo dello studio è quello di osservare e valutare l'efficacia del Dispositivo di Avanzamento Mandibolare (MAD) sulla postura globale del corpo, con particolare attenzione alla postura della schiena, del collo e della regione lombare. Inoltre, lo studio mira a osservare gli effetti dell'OSAS sulla postura per comprendere come questa sindrome influisca sull'allineamento del corpo. Verrà analizzata la letteratura scientifica esistente, che descrive gli effetti del MAD non solo come trattamento per la Sindrome delle Apnee Ostruttive del Sonno (OSAS), ma anche per le potenziali modifiche posturali indotte dal suo utilizzo. L'obiettivo è di determinare se l'uso del MAD possa influire positivamente o negativamente sull'allineamento posturale, fornendo indicazioni utili per la pratica clinica e per una migliore comprensione delle implicazioni posturali legate a questo trattamento.

5 MATERIALI E METODI

5.1 STRATEGIA DI RICERCA

Lo studio è stato condotto seguendo la strategia di ricerca basata sulle linee guida PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis), un metodo ampiamente utilizzato e riconosciuto a livello internazionale per la conduzione e la segnalazione di revisioni sistematiche e meta-analisi. PRISMA stabilisce una serie di criteri e passaggi volti a garantire che la revisione sia eseguita in modo trasparente, accurato e riproducibile. Questa strategia prevede la creazione di un flusso chiaro di selezione degli studi, che inizia dalla definizione della ricerca e passa attraverso la fase di selezione, estrazione dei dati e valutazione della qualità degli studi inclusi. In questo modo, la revisione sistematica offre una panoramica completa delle evidenze disponibili, minimizzando il rischio di bias e assicurando che i risultati siano basati su una metodologia rigorosa.

Per quanto riguarda il modello di ricerca, è stato impiegato il modello P.I.C.O., uno strumento essenziale per la costruzione di quesiti clinici ben strutturati. Il modello PICO, che rappresenta le iniziali di Population (Popolazione), Intervention (Intervento), Comparison (Confronto) e Outcome (Esito), consente di definire con precisione gli elementi chiave della domanda di ricerca. In particolare:

- P (Popolazione): Identifica il gruppo di persone o i pazienti oggetto dello studio, specificando le loro caratteristiche demografiche o cliniche.
- I (Intervento): Definisce l'intervento, il trattamento o l'esposizione di interesse.
- C (Confronto): Rappresenta il gruppo di controllo o il trattamento alternativo, con cui si confronta l'intervento principale.
- O (Esito): Specifica i risultati o gli effetti che si vogliono misurare per valutare l'efficacia dell'intervento.

P (Population)	Pazienti OSAS
I (Intervention)	Utilizzo del MAD
C (Comparison)	Nessun trattamento
O (Outcome)	Miglioramento della postura con il MAD

Gli studi sono stati selezionati tramite una ricerca approfondita condotta sui principali motori di ricerca e database scientifici online, tra cui PubMed, Web of Science ed Embase. La selezione degli articoli si è concentrata su quelli pubblicati nel periodo compreso tra gennaio 2014 e luglio 2024, con una particolare enfasi sugli studi più recenti, ossia quelli condotti tra gennaio 2019 e luglio 2024. Questo intervallo temporale è stato scelto per garantire l'inclusione delle evidenze più attuali e rilevanti nel campo.

I criteri di inclusione prevedevano che i pazienti oggetto degli studi fossero adulti di entrambi i sessi, mentre adolescenti e bambini sono stati esclusi dalla ricerca. Le parole chiave utilizzate per l'indagine sono state: "MAD Posture", "OSAS Posture", "Head Posture OSAS" e "MAD OSAS". Questa selezione di termini è stata mirata a identificare studi rilevanti che esplorassero l'impatto del Dispositivo di Avanzamento Mandibolare (MAD) sulla postura, con un focus specifico su come questo dispositivo influenzi la postura della testa e delle vie aeree in pazienti affetti da OSAS.

5.2 CRITERI D'INCLUSIONE

La ricerca condotta attraverso i database MEDLINE via PubMed, Scopus, Web of Science e Cochrane ha inizialmente identificato 258 titoli che rispondevano ai criteri di inclusione stabiliti, dopo aver eliminato i duplicati. In seguito a un'analisi preliminare dei titoli, sono stati selezionati 36 abstract per una revisione più dettagliata. Tra questi, 15 articoli sono stati considerati meritevoli di una lettura completa del testo, e al termine della valutazione approfondita, 9 articoli sono stati inclusi nella presente revisione.

Per una valutazione più precisa delle evidenze disponibili, gli studi sono stati classificati secondo la piramide delle evidenze della Swedish Council on Technology Assessment in Health Care (SBU), articolata come segue:

- **GRADO 1: Evidenze di Alta Qualità (4 punti)**
 - Meta-analisi e revisioni sistematiche (Meta-analyses and Systematic Reviews)
- Evidenze da Studi Randomizzati (3 punti)**
 - Studi randomizzati controllati (Randomized Controlled Trials, RCTs)
- **GRADO 2: Evidenze da Studi Osservazionali (2 punti)**
 - Studi di coorte (Cohort Studies)
 - Studi caso-controllo (Case-Control Studies)
 - Studi trasversali (Cross-Sectional Studies)
- **GRADO 3: Evidenze da Studi Descrittivi e di Opinione (1 punto)**
 - Serie di casi (Case Series)
 - Rapporti di casi (Case Reports)

Il livello di evidenza di ogni categoria e sottocategoria attraverso la tabella delle evidenze

Questa classificazione ha permesso di attribuire un valore di qualità agli studi inclusi, facilitando l'interpretazione critica e l'analisi comparativa dei risultati della revisione.

Livello	Evidenza	Definizione
1	Forte	Almeno due studi valutati con livello "A"
2	Moderata	Uno studio con livello "A" e almeno due studi con livello "B"
3	Limitata	Almeno due studi con livello "B"
4	Molto limitata	Meno di due studi con livello "B"

Considerando la varietà degli argomenti trattati dagli articoli inclusi, è stata effettuata una suddivisione in quattro categorie principali di riferimento. Per garantire una trattazione più dettagliata e chiara dei sintomi analizzati, ciascuna categoria è stata ulteriormente suddivisa in tre sottocategorie.

Le categorie e le relative sottocategorie identificate sono le seguenti:

- **POSTURA DEL CAPO**
 - Ipertensione muscolare
 - Dolore
 - Turbe dell'equilibrio
- **POSTURA DEL COLLO**
 - Ipertensione muscolare
 - Dolore
 - Turba dell'equilibrio
- **POSTURA LOMBO-SACRALE**
 - Ipertensione muscolare
 - Dolore
 - Turbe dell'equilibrio
- **POSTURA GENERALE**
 - Ipertensione muscolare
 - Dolore
 - Turbe dell'equilibrio

Questa strutturazione ha consentito una trattazione organica e approfondita delle diverse manifestazioni cliniche correlate alle condizioni posturali esaminate, rendendo più agevole la comprensione delle interrelazioni tra postura e sintomatologia. Infine è stata creata una tabella con lo scopo di offrire una chiara e riassuntiva delle fonti utilizzate,

organizzate in categorie e sottocategorie. Inoltre a ogni articolo è stato attribuito un punteggio, che riflette la valutazione secondo la piramide delle evidenze.

6 RISULTATI

6.1 POSTURA DEL CAPO

6.1.1 IPERTONO MUSCOLARE

Gli studi che analizzano l'impatto dell'OSAS e del MAD sull'ipertono muscolare del capo mostrano evidenze positive per entrambi i casi. Gli articoli di Sökücü e Peričić indicano che sia l'OSAS che il MAD possono influenzare l'ipertono muscolare, con punteggi di 2 per entrambi gli studi. I risultati positivi suggeriscono che l'OSAS contribuisce all'incremento dell'ipertono, mentre il MAD dimostra un effetto migliorativo nella riduzione di questo sintomo.

Oral Sökücü et al. hanno approfondito come la postura del capo influenzi la gravità dell'apnea ostruttiva del sonno (OSAS) e l'ipertono muscolare associato. Il loro studio mette in luce che posizioni del capo non ottimali, come l'estensione o la flessione eccessiva, possono peggiorare notevolmente i sintomi di OSAS. In particolare, queste posture possono causare un aumento dello stress sui muscoli cervicali e faringei, contribuendo all'ipertono muscolare. Questo incremento di tensione nei muscoli non solo complica la respirazione durante il sonno, aggravando la frequenza e l'intensità degli episodi di apnea, ma anche porta a una maggiore rigidità muscolare complessiva. Questo stato di tensione continua può causare dolore cronico e disagio per il paziente, deteriorando ulteriormente la qualità del sonno e influenzando negativamente la vita quotidiana. L'articolo enfatizza l'importanza di un corretto allineamento della postura del capo come componente fondamentale del trattamento per OSAS, suggerendo che interventi mirati per ottimizzare la posizione del capo possano apportare benefici significativi nel controllo della malattia e nel miglioramento del benessere generale del paziente. (34)

Tina Poklepović Peričić et al. hanno esaminato l'effetto positivo del MAD sulla postura del capo e sull'ipertono muscolare. Il dispositivo, facendo avanzare la mandibola, facilita un rilassamento significativo dei muscoli cervicali, abbassando il tono muscolare e migliorando la postura del capo. Questo rilassamento coinvolge in particolare il muscolo sternocleidomastoideo, spesso implicato nell'ipertono muscolare dei pazienti con OSAS. La riduzione del tono muscolare non solo allevia la pressione sulle vie aeree, diminuendo la gravità degli episodi apnoici, ma riduce anche lo stress meccanico sulla colonna cervicale. Questo miglioramento nella postura del capo e nel tono muscolare si traduce in un sonno più riposante e in una riduzione dei sintomi associati all'OSAS. (35)

6.1.2 DOLORE

Per quanto riguarda il dolore, gli studi di Sökücü, Clavel e Peričić, con un punteggio di 2, dimostrano che sia l'OSAS sia l'utilizzo del MAD hanno un ruolo importante. Gli articoli indicano che l'OSAS può causare un aumento del dolore nella zona del capo, mentre il MAD ha un impatto positivo, contribuendo alla riduzione del dolore in modo significativo.

Oral Sökücü et al. si sono concentrati sull'influenza diretta della postura del capo sulla severità dell'apnea ostruttiva del sonno e sul conseguente dolore cervicale. Questo studio approfondito ha dimostrato che una postura del capo non ottimale, in particolare l'iperestensione, può significativamente aumentare il rischio di dolore cronico nella regione cervicale. L'iperestensione del capo spesso porta a un sovraccarico dei muscoli e delle articolazioni del collo, causando una tensione continua che si traduce in dolore persistente. Tale condizione può aggravare ulteriormente la qualità del sonno dei pazienti, influenzando negativamente il loro benessere generale e la capacità di svolgere attività quotidiane normali. Inoltre, il dolore costante può incrementare la sensibilità alla fatica e provocare irritabilità, complicando la gestione della vita quotidiana e sociale del paziente. Questi risultati sottolineano l'importanza di valutare e correggere la postura del capo nei trattamenti per l'OSAS, al fine di mitigare il dolore cervicale e migliorare la qualità generale della vita dei pazienti.

(34)

Louis Clavel et al. hanno approfondito come l'iperestensione cervicale, spesso associata a una postura del capo alterata, possa causare dolore cronico. Il mantenimento di una postura scorretta può aumentare la tensione muscolare e il sovraccarico articolare, provocando disagio e dolore che si manifestano principalmente nella regione cervicale. Questo dolore può irradiarsi alla testa, contribuendo a un peggioramento complessivo della qualità della vita. Il dolore cronico derivante da una postura scorretta del capo rappresenta un ostacolo significativo al trattamento efficace dell'OSAS, poiché interferisce con la capacità del paziente di riposare adeguatamente e recuperare durante il sonno.

Tina Poklepović Perićić et al. hanno riportato che l'uso del MAD è stato associato a una riduzione del dolore cervicale nei pazienti con OSAS. La correzione della postura del capo attraverso l'avanzamento mandibolare comporta una distribuzione più uniforme delle sollecitazioni lungo la colonna vertebrale, riducendo così il sovraccarico muscolare e articolare che è alla base del dolore cronico. Questo miglioramento posturale non solo attenua il dolore, ma favorisce anche una migliore qualità del sonno, aiutando i pazienti a gestire meglio i sintomi dell'OSAS. Il MAD, quindi, non è solo uno strumento per migliorare la respirazione durante il sonno, ma anche un dispositivo che può alleviare il dolore cervicale, migliorando il benessere generale del paziente. (35)

6.1.3 TURBE DELL'EQUILIBRIO

Gli effetti dell'OSAS sulle turbe dell'equilibrio vengono trattati dagli studi di Demir e Fox. Lo studio di Demir riporta un effetto positivo del MAD (punteggio 2), mentre lo studio di Fox, pur assegnando un punteggio di 2, conclude che non esiste una correlazione significativa tra l'OSAS e le turbe dell'equilibrio, indicando che la sindrome non sembra influire su questo aspetto.

Turgay Demir et al. hanno esplorato in modo approfondito gli effetti del Dispositivo di Avanzamento Mandibolare (MAD) sull'equilibrio posturale dei pazienti affetti da OSAS. Attraverso un'analisi dettagliata, lo studio rileva che il MAD contribuisce non solo a migliorare la postura del capo ma anche a stabilizzare il centro di gravità dei pazienti. Questo miglioramento nella postura e nella

stabilità riduce significativamente le turbe dell'equilibrio, particolarmente in situazioni di scarsa illuminazione o durante cambiamenti di posizione, momenti in cui il rischio di cadute è più elevato. Questi risultati sottolineano l'importanza del MAD non solo come strumento per gestire l'apnea del sonno ma anche per migliorare la sicurezza e la qualità della vita dei pazienti, prevenendo incidenti legati a problemi di equilibrio. (36)

Meha G. Fox et al. offrono una prospettiva leggermente diversa sull'impatto dell'OSAS sull'equilibrio. Questo studio, utilizzando la posturografia dinamica computerizzata, ha determinato che non tutti i pazienti con OSAS presentano un deficit significativo nell'equilibrio in piedi. I risultati mostrano che l'effetto dell'OSAS sull'equilibrio può variare considerevolmente tra i pazienti, suggerendo che i fattori individuali e la gravità della condizione possono influenzare diversamente la stabilità posturale. Questa osservazione implica che, sebbene l'OSAS sia comunemente associata a disturbi dell'equilibrio, la correlazione non è necessariamente diretta o uniforme. Pertanto, mentre il MAD può offrire miglioramenti nella postura generale e nella stabilità per molti pazienti, la variabilità individuale richiede un approccio personalizzato per ottimizzare la gestione del disturbo del sonno e dei suoi effetti collaterali legati all'equilibrio. (37)

6.2 POSTURA DEL COLLO

6.2.1 IPERTONO MUSCOLARE

Gli studi sulla postura del collo evidenziano che sia l'OSAS che il MAD influenzano l'ipertono muscolare. Pham e Clavel (punteggi 4 e 2 rispettivamente) presentano un'elevata evidenza sull'impatto dell'OSAS, mentre gli studi di Svanholt e Clavel, con un punteggio di 3, si concentra sugli effetti del MAD. Tutti gli studi indicano un impatto, suggerendo che l'OSAS può contribuire all'aumento dell'ipertono, mentre il MAD aiuta a ridurlo.

Tri Pham et al. hanno studiato in dettaglio l'associazione tra l'OSAS e le anomalie della colonna cervicale, rilevando come un'alterazione della postura del collo possa contribuire significativamente all'ipertono muscolare. Questo studio ha mostrato che i pazienti con OSAS spesso presentano un aumento del tono muscolare nei muscoli cervicali profondi, come il muscolo lungo del collo e il trapezio, a causa dello stress continuo che questi subiscono per mantenere la pervietà delle vie aeree. La rigidità e la tensione risultanti possono ulteriormente aggravare l'ostruzione delle vie aeree superiori, creando un ciclo di retroazione negativo in cui la postura scorretta del collo perpetua l'ipertono muscolare, e viceversa. Lo studio sottolinea l'importanza di intervenire sulla postura come parte della gestione integrata dell'OSAS, per rompere questo ciclo vizioso e migliorare la qualità del sonno e della vita dei pazienti. (38)

Palle Svanholt et al. hanno esaminato l'influenza del MAD sulla postura del collo e sull'ipertono muscolare, evidenziando come il dispositivo possa contribuire a ridurre la tensione muscolare. Avanzando la mandibola, il MAD favorisce un allineamento migliore tra il cranio e la colonna cervicale, riducendo così la tensione sui muscoli cervicali spesso coinvolti nel mantenimento di una postura compensatoria. Questo effetto rilassante del MAD è particolarmente importante nei pazienti con OSAS, poiché consente di alleviare l'ipertono muscolare, migliorando la qualità del sonno e diminuendo la resistenza delle vie aeree superiori. Il MAD non solo facilita un'apertura più efficace

delle vie aeree durante il sonno, ma contribuisce anche a un miglioramento dell'assetto posturale del collo, con benefici che si estendono alla riduzione del tono muscolare e alla prevenzione delle complicanze muscoloscheletriche a lungo termine. (39)

Louis Clavel et al. hanno ulteriormente analizzato come l'iperestensione della colonna cervicale possa causare un aumento del tono muscolare, aggravando la severità dell'OSAS. Lo studio ha rilevato che l'iperestensione, spesso dovuta a una postura del collo errata, porta a una contrazione costante dei muscoli estensori del collo, come lo sternocleidomastoideo e il muscolo splenio del capo, che aumenta il tono muscolare in queste regioni. Questo incremento del tono muscolare non solo contribuisce a una maggiore rigidità del collo, ma altera anche la funzione respiratoria, riducendo l'efficacia del flusso d'aria attraverso le vie aeree superiori. La relazione tra la postura del collo e l'ipertono muscolare risulta quindi bidirezionale e auto-perpetuante: una postura scorretta del collo aumenta il tono muscolare, mentre un ipertono muscolare persistente tende a mantenere e aggravare la postura scorretta. Questo circolo vizioso può essere particolarmente difficile da interrompere nei pazienti con OSAS, rendendo indispensabile un intervento terapeutico che corregga la postura del collo per migliorare l'outcome clinico complessivo. (40)

6.2.2 DOLORE

Lo studio di Svanholt (punteggio 3) mostra che il MAD ha un effetto benefico nel ridurre il dolore, mentre Saleh (punteggio 2) evidenzia una correlazione positiva tra OSAS e l'aumento del dolore in questa zona. Questi studi sottolineano quindi l'efficacia del MAD nel migliorare i sintomi dolorosi, ma indicano anche che l'OSAS contribuisce ad aggravarli. Palle Svanholt e al. hanno esaminato l'impatto del MAD sulla riduzione del dolore cervicale nei pazienti con OSAS, concludendo che l'uso del MAD può significativamente migliorare la postura del collo, alleviando così il dolore associato a tensione muscolare e sovraccarico articolare. Lo studio ha dimostrato che la correzione posturale ottenuta con il MAD favorisce una distribuzione più equilibrata delle forze lungo la colonna cervicale, riducendo la pressione sui dischi intervertebrali e sulle

articolazioni zigoapofisarie. Questo effetto terapeutico è particolarmente rilevante per i pazienti con OSAS, in quanto il MAD non solo migliora la funzione respiratoria durante il sonno, ma aiuta anche a prevenire o ridurre il dolore cervicale, permettendo ai pazienti di vivere senza il costante disagio che il dolore cronico può provocare. La riduzione del dolore cervicale contribuisce a una migliore qualità del sonno, riducendo i risvegli notturni e migliorando la qualità della vita del paziente nel lungo termine. (39)

Abdelbaset Saleh et al. hanno approfondito come le alterazioni nella meccanica della colonna cervicale possano essere una delle cause principali del dolore cervicale nei pazienti con OSAS. Lo studio ha dimostrato che una postura del collo alterata, caratterizzata da un'iperestensione o da una flessione eccessiva, può sovraccaricare i muscoli e le articolazioni cervicali, portando allo sviluppo di dolore cronico. Questo dolore, prevalentemente localizzato nella parte posteriore del collo, può irradiarsi anche alla regione occipitale e alle spalle, amplificando i sintomi dell'OSAS e interferendo con la capacità del paziente di ottenere un sonno riposante. Il sovraccarico meccanico sui dischi intervertebrali e sulle articolazioni zigoapofisarie, dovuto a una postura non ottimale del collo, rappresenta un ulteriore fattore di rischio per lo sviluppo di patologie degenerative della colonna cervicale, aggravando il quadro clinico del paziente. (41)

6.2.3 TURBE DELL'EQUILIBRIO

Per quanto riguarda le turbe dell'equilibrio, si osservano risultati contrastanti. Gli studi di Piccin e Clavel (punteggio 2) indicano una correlazione positiva tra l'OSAS e le turbe dell'equilibrio, evidenziando che la sindrome influisce negativamente su questo aspetto. Tuttavia, lo studio di Fox (punteggio 2) contraddice questa correlazione, concludendo che non vi è alcuna relazione significativa tra l'OSAS e le turbe dell'equilibrio, risultando in un esito negativo. Sul fronte del MAD, l'articolo di Svanholt (punteggio 3) riporta un miglioramento delle turbe dell'equilibrio grazie all'uso del dispositivo, suggerendo che il MAD possa influire positivamente su questo aspetto. Tuttavia, l'eterogeneità dei risultati rende l'impatto complessivo del MAD sulle turbe dell'equilibrio ancora

incerto.

Palle Svanholt et al. hanno discusso l'efficacia del MAD nel migliorare la postura del collo e, di conseguenza, nel ridurre le turbe dell'equilibrio. Correggendo la posizione della mandibola e migliorando l'allineamento cranio-cervicale, il MAD può stabilizzare il centro di gravità del paziente, riducendo il rischio di cadute e migliorando la stabilità complessiva. Lo studio ha dimostrato che il MAD, migliorando la postura del collo, non solo facilita la respirazione durante il sonno, ma ha anche un impatto positivo sulla capacità del paziente di mantenere l'equilibrio durante il giorno, riducendo il rischio di incidenti legati a perdita di stabilità. Questo miglioramento dell'equilibrio è particolarmente significativo nei pazienti con OSAS, che spesso presentano problemi di stabilità posturale a causa delle alterazioni della postura del collo. Il MAD, quindi, si rivela non solo un dispositivo efficace per trattare l'OSAS, ma anche uno strumento prezioso per migliorare la sicurezza e la qualità della vita dei pazienti. (39)

Chaiane Facco Piccin et al. hanno indagato come la postura craniocervicale influisca sulla stabilità posturale nei pazienti con OSAS. Lo studio ha rilevato che un disallineamento tra il cranio e la colonna cervicale può compromettere gravemente la capacità del paziente di mantenere l'equilibrio, specialmente durante i movimenti della testa e del collo. Questo disallineamento, che è comune nei pazienti con OSAS a causa delle alterazioni posturali compensatorie che adottano per migliorare la respirazione, rende questi pazienti particolarmente vulnerabili a episodi di instabilità e cadute. La perdita di equilibrio è più frequente durante i cambiamenti di posizione, come il passaggio dalla posizione seduta a quella eretta, o in ambienti poco illuminati dove il sistema vestibolare deve lavorare più intensamente per mantenere la stabilità. Il disallineamento del collo non solo altera l'equilibrio posturale, ma può anche compromettere la propriocezione, cioè la capacità del corpo di percepire la posizione delle articolazioni e dei muscoli nello spazio, rendendo più difficile per il paziente correggere la postura e prevenire le cadute. (42)

Louis Clavel et al. hanno evidenziato come l'iperestensione cervicale, spesso causata da una postura del collo scorretta, possa alterare la stabilità posturale. Lo studio ha dimostrato che l'iperestensione

può causare una disfunzione nel controllo posturale, aumentando la probabilità di perdita dell'equilibrio e rendendo più difficoltosa la capacità di mantenere una postura stabile. Nei pazienti con OSAS, questa perdita di equilibrio può portare a cadute e lesioni, compromettendo ulteriormente la qualità della vita e aumentando il rischio di complicanze a lungo termine. L'iperestensione cervicale, che riduce l'efficacia del sistema vestibolare nel mantenimento dell'equilibrio, rappresenta un fattore di rischio significativo per questi pazienti, che necessitano di interventi specifici per migliorare la loro stabilità posturale. (40)

Meha G. Fox et al. hanno approfondito l'analisi sull'impatto dell'OSAS sull'equilibrio posturale, mettendo in luce risultati che differiscono da quelli di altri studi. Utilizzando metodi avanzati come la posturografia dinamica computerizzata, il documento svela che l'equilibrio nei pazienti con OSAS non è universalmente compromesso, contrariamente a quanto si potrebbe presupporre. Gli autori hanno osservato che, nonostante l'OSAS influenzi negativamente la respirazione durante il sonno e possa causare disfunzioni posturali, la capacità di mantenere l'equilibrio statico resta intatta in molti casi. Questa scoperta suggerisce che le difficoltà nell'equilibrio rilevate in alcuni pazienti con OSAS potrebbero essere attribuibili a variabili individuali come la severità della condizione, le comorbidità esistenti o altri disturbi muscoloscheletrici. (37)

6.3 POSTURA LOMBO-SACRALE

6.3.1 IPERTONO MUSCOLARE

Anche nella postura lombo-sacrale, l'OSAS e il MAD giocano un ruolo significativo. Lo studio di Svanholt (punteggio 3) dimostra buone evidenze sugli effetti positivi del MAD nel ridurre l'ipertono muscolare, indicando che l'OSAS può contribuire all'aumento di questa tensione muscolare, ma che il MAD ha un effetto correttivo.

Palle Svanholt et al. hanno esplorato l'effetto del MAD sull'allineamento posturale complessivo, con particolare riferimento alla colonna vertebrale e alla regione lombo-sacrale. Lo studio ha dimostrato che l'uso del MAD può favorire un miglior allineamento della colonna vertebrale, contribuendo a ridurre il tono muscolare nella regione lombo-sacrale. L'avanzamento della mandibola influisce positivamente sull'allineamento cranio-cervicale, che a sua volta si riflette sulla postura lombo-sacrale. Riducendo la tensione muscolare, il MAD aiuta a prevenire le complicanze posturali e muscoloscheletriche che possono derivare da un ipertono muscolare persistente in questa area. Questo effetto rilassante del MAD è particolarmente significativo nei pazienti con OSAS, poiché contribuisce a migliorare la qualità del sonno e a ridurre la rigidità muscolare nella zona lombare. (39)

6.3.2 DOLORE

Gli studi di Saleh e Clavel (entrambi con punteggi di 2) si concentrano sugli effetti dell'OSAS sul dolore lombo-sacrale, riportando risultati positivi. Questi studi suggeriscono che l'OSAS può contribuire ad aumentare i sintomi dolorosi in quest'area. Tuttavia, non menzionano l'efficacia del MAD in questo contesto, concentrandosi unicamente sull'impatto negativo dell'OSAS sul dolore.

Abdelbaset Saleh et al. hanno esaminato come le alterazioni meccaniche nella colonna vertebrale possano estendersi alla regione lombo-sacrale, contribuendo allo sviluppo di dolore cronico. Lo studio ha rivelato che i disallineamenti posturali, inizialmente localizzati nella colonna cervicale, possono ripercuotersi sull'intera colonna vertebrale, compresa la regione lombo-sacrale. Questo porta

a un sovraccarico muscolare e articolare, che, se non trattato, può manifestarsi come dolore cronico nella parte bassa della schiena. Questo dolore non solo peggiora la qualità del sonno, ma limita anche la capacità del paziente di svolgere attività fisiche quotidiane, aumentando la fatica e riducendo la qualità della vita. (41)

Louis Clavel et al. hanno approfondito come l'iperestensione della colonna vertebrale, compresa la regione lombo-sacrale, possa influenzare negativamente la postura e contribuire al dolore cronico. Lo studio ha dimostrato che l'iperestensione, spesso dovuta a disallineamenti posturali causati dall'OSAS, può aumentare lo stress meccanico sulla colonna vertebrale, aggravando il dolore. Questo dolore è spesso localizzato nella parte bassa della schiena, ma può irradiarsi ad altre aree, come i glutei e le gambe, complicando ulteriormente la gestione dei sintomi dell'OSAS. L'interazione tra postura lombo-sacrale alterata e dolore cronico evidenzia l'importanza di un approccio terapeutico che miri a correggere l'allineamento posturale per alleviare il dolore e migliorare la qualità della vita dei pazienti. (40)

6.3.3 TURBE DELL'EQUILIBRIO

Gli articoli di Svanholt (punteggio 3) e Demir (punteggio 2) riportano risultati positivi per quanto riguarda l'impatto del MAD sulle turbe dell'equilibrio nella postura lombo-sacrale. Tuttavia, lo studio di Fox (punteggio 2) riporta che non vi è alcuna correlazione significativa tra l'OSAS e le turbe dell'equilibrio in quest'area, sottolineando l'assenza di un effetto diretto.

Palle Svanholt et al. hanno analizzato l'efficacia del MAD nel migliorare l'allineamento posturale generale, inclusa la regione lombo-sacrale, e di conseguenza, nel ridurre le turbe dell'equilibrio. Correggendo la posizione della mandibola e migliorando l'allineamento della colonna vertebrale, il MAD può stabilizzare il centro di gravità del paziente, riducendo il rischio di cadute. Questo miglioramento dell'equilibrio è particolarmente significativo nei pazienti con OSAS, che spesso presentano problemi di stabilità posturale a causa delle alterazioni nella postura lombo-sacrale. L'uso del MAD non solo facilita un allineamento più corretto della colonna vertebrale, ma aiuta anche a

migliorare la propriocezione, essenziale per il mantenimento dell'equilibrio e la prevenzione delle cadute. (39)

Meha G. Fox et al. hanno indagato la relazione tra l'apnea ostruttiva del sonno (OSAS) e l'equilibrio, utilizzando tecniche di posturografia dinamica computerizzata per analizzare i pazienti. Il risultato principale dello studio è che nonostante l'OSAS possa alterare la postura e causare varie difficoltà, non compromette necessariamente la capacità dei pazienti di mantenere l'equilibrio in piedi. Ciò indica che l'OSAS, da sola, non dovrebbe essere vista come un fattore di rischio diretto per le cadute, ma piuttosto che altri fattori contributivi devono essere esaminati per una valutazione accurata del rischio di instabilità nei pazienti affetti. (37)

Turgay Demir et al. hanno messo in luce come l'intervento con il Dispositivo di Avanzamento Mandibolare (MAD) possa influenzare positivamente la postura e la stabilità dei pazienti con OSAS. Il MAD, migliorando l'allineamento della mandibola e della testa, aiuta a stabilizzare il centro di gravità del corpo, riducendo così il rischio di cadute. Lo studio ha osservato miglioramenti notevoli nella capacità di mantenere l'equilibrio, specialmente in condizioni di deambulazione o cambiamento di posizione, sottolineando l'efficacia del MAD nel fornire un supporto strutturale e funzionale significativo. (36)

6.4 POSTURA GENERALE

6.4.1 IPERTONO MUSCOLARE

Per la postura generale, gli articoli di Svanholt (punteggio 3) e Peričić (punteggio 2) mostrano che sia l'OSAS che il MAD hanno un impatto sull'ipertono muscolare. Le evidenze indicano che l'OSAS può aggravare l'ipertono, mentre il MAD è efficace nel ridurlo.

Palle Svanholt et al. hanno ulteriormente esplorato l'impatto del MAD sull'allineamento generale della colonna vertebrale e sul tono muscolare. Lo studio ha dimostrato che, migliorando l'allineamento cranio-cervicale e, di conseguenza, l'allineamento della colonna vertebrale, il MAD può contribuire a ridurre l'ipertono muscolare in diverse aree del corpo. Questo effetto è fondamentale per i pazienti con OSAS, poiché riduce la tensione muscolare cronica e migliora la postura generale, contribuendo a un benessere fisico complessivo e a una migliore qualità del sonno. (39)

Tea Galić et al. hanno esaminato come l'uso del MAD possa indurre cambiamenti cefalometrici positivi, riducendo l'ipertono muscolare non solo nella regione del capo e del collo, ma anche in altre aree del corpo, contribuendo così a un miglioramento della postura generale. Lo studio ha evidenziato che l'avanzamento della mandibola promosso dal MAD può favorire un migliore allineamento cranio-cervicale, che si riflette su tutta la colonna vertebrale, riducendo il tono muscolare generale. Questo effetto è particolarmente significativo nei pazienti con OSAS, poiché aiuta a rompere il ciclo patologico in cui l'ipertono muscolare perpetua i disallineamenti posturali, e viceversa. La riduzione dell'ipertono muscolare attraverso l'uso del MAD si traduce in una postura più bilanciata, migliorando la qualità della vita e riducendo i sintomi associati all'OSAS. (35)

6.4.2 DOLORE

Lo studio di Pham (punteggio 4) offre solide evidenze sul fatto che il MAD può contribuire ad alleviare il dolore generale, suggerendo un effetto positivo del dispositivo. D'altra parte, gli studi di

Saleh (punteggio 2) si concentra sull'OSAS, mostrando che la sindrome può aumentare i sintomi dolorosi.

Tri Pham et al. hanno approfondito l'associazione tra l'OSAS e le anomalie posturali, con un focus specifico sul dolore muscoloscheletrico generalizzato. Lo studio ha evidenziato che i pazienti con OSAS tendono a sviluppare disallineamenti posturali che possono causare un sovraccarico muscolare e articolare, portando a dolore cronico in diverse parti del corpo, inclusa la regione cervicale, dorsale e lombare. Questo dolore, se non trattato, può diventare debilitante, interferendo con la capacità del paziente di ottenere un sonno riposante e influenzando negativamente la qualità della vita. L'intervento con MAD, correggendo questi disallineamenti, può contribuire a ridurre il dolore generalizzato, migliorando il comfort durante il sonno e le attività quotidiane. (38)

Abdelbaset Saleh et al. hanno analizzato come le alterazioni meccaniche nella colonna vertebrale, se non correttamente gestite, possano contribuire allo sviluppo di dolore cronico generalizzato. Lo studio ha rilevato che disallineamenti posturali, soprattutto a livello della colonna cervicale, possono avere ripercussioni lungo tutta la colonna vertebrale, causando dolore in altre regioni, inclusa la zona lombare e sacrale. Questo dolore cronico, spesso associato a una postura generale scorretta, non solo peggiora la qualità del sonno, ma compromette anche la capacità del paziente di svolgere le attività quotidiane, aumentando la fatica e riducendo la qualità della vita. (41)

6.4.3 TURBE DELL'EQUILIBRIO

Per quanto riguarda le turbe dell'equilibrio nella postura generale, gli studi analizzati presentano sia correlazioni tra OSAS e turbe, sia l'efficacia del MAD nell'alleviarle. Gli articoli di Turgay Demir, Chaiane Facco Piccin, e Louis Clavel (punteggio 2) indicano una correlazione positiva tra l'OSAS e le turbe dell'equilibrio, suggerendo che la sindrome possa peggiorare questi sintomi. Tuttavia, lo studio di Meha G. Fox (punteggio 2) riporta che non vi è alcuna correlazione significativa tra l'OSAS e le turbe dell'equilibrio.

Per quanto riguarda l'effetto del MAD, i risultati sono positivi: gli studi di Demir e Piccin mostrano

che il MAD contribuisce a migliorare le turbe dell'equilibrio, confermando l'efficacia del dispositivo in questo contesto.

Meha G. Fox et al. hanno esaminato dettagliatamente l'equilibrio nei pazienti con OSAS utilizzando la posturografia dinamica computerizzata. Questo metodo avanzato permette di valutare con precisione l'equilibrio statico, considerato un aspetto cruciale nel contesto delle disfunzioni motorie legate all'OSAS. Contrariamente alle aspettative comuni che prevedono un deterioramento dell'equilibrio in questi pazienti, i risultati dello studio non hanno rilevato deficit significativi dell'equilibrio statico nei soggetti esaminati. Tale scoperta solleva interrogativi interessanti sulla variabilità dell'impatto dell'OSAS sull'equilibrio, sottolineando l'importanza di indagare ulteriormente i diversi fattori che possono influenzare questa relazione. La ricerca pone quindi l'accento sulla complessità dell'OSAS e sulla necessità di un approccio multidimensionale per comprendere appieno le sue ripercussioni sulla stabilità posturale dei pazienti. (37)

Turgay Demir et al. hanno esplorato in dettaglio come il dispositivo di avanzamento mandibolare (MAD) influenzi l'equilibrio posturale nei pazienti affetti da OSAS. I risultati dello studio indicano che il MAD non solo migliora la postura del capo ma anche stabilizza il centro di gravità del corpo. Questi miglioramenti sono particolarmente significativi in situazioni che richiedono un elevato controllo posturale, come durante i cambiamenti di posizione o in ambienti con illuminazione insufficiente, contribuendo a ridurre il rischio di cadute e altri incidenti. L'uso del MAD, quindi, si rivela un'importante strategia terapeutica per mitigare le turbe dell'equilibrio legate all'OSAS, fornendo ai pazienti una maggiore sicurezza nelle loro attività quotidiane. (36)

Chaiane Facco Piccin et al. hanno approfondito l'influenza della postura craniocervicale sulla stabilità posturale nei pazienti affetti da OSAS. Questo studio evidenzia che disallineamenti nella regione craniocervicale possono alterare significativamente l'equilibrio complessivo del corpo. La ricerca suggerisce che correzioni mirate della postura craniocervicale, realizzate attraverso l'uso del dispositivo di avanzamento mandibolare (MAD), possono portare a miglioramenti notevoli nella stabilità posturale. Tali miglioramenti hanno il potenziale di ridurre notevolmente il rischio di cadute,

particolarmente in situazioni di quotidiana mobilità e attività. Il rafforzamento dell'importanza di un adeguato allineamento craniocervicale emerge come un elemento cruciale nella gestione complessiva dell'OSAS, per garantire una maggiore sicurezza e qualità di vita ai pazienti. (42)

Louis Clavel et al. hanno esplorato le ramificazioni dell'iperestensione cervicale sulla dinamica del coupling posturo-respiratorio. Lo studio identifica come tale postura possa interferire con il normale accoppiamento tra la postura e la respirazione, causando una diminuzione dell'efficienza respiratoria e un incremento dell'instabilità posturale. Queste alterazioni possono compromettere la capacità del paziente di mantenere un equilibrio stabile durante le attività quotidiane, accentuando il rischio di cadute accidentali. La ricerca sottolinea la necessità di integrare nelle strategie terapeutiche per l'OSAS un focus specifico sulla postura cervicale, non solo per migliorare la respirazione notturna ma anche per ottimizzare la stabilità posturale e ridurre i rischi associati a una postura non ottimale.

(40)

TABELLA RIASSUNTIVA

ARGOMENTO	CATEGORIA	ARTICOLI	PUNTI	GRADO	OSAS	MAD	
Postura del capo	Ipertono muscolare	Sökücü et al.	2	B	-	Ø	
		Poklepović Peričić et al.	2	B	-	+	
	Dolore	Sökücü et al.	2	B	-	Ø	
		Clavel et al.	2	B	-	Ø	
	Turba dell'equilibrio	Poklepović Peričić et al.	2	B	-	+	
		Demir et al.	2	B	-	+	
Postura del collo	Ipertono muscolare	Fox et al.	2	B	+	Ø	
		Pham et al.	4	A	-	+	
	Dolore	Svanholt et al.	3	A	-	+	
		Clavel et al.	2	B	-	Ø	
	Turba dell'equilibrio	Svanholt e al.	3	A	-	+	
		Saléh et al.	2	B	-	Ø	
	Ipertono muscolare	Svanholt et al.	3	A	-	+	
		Facco Piccin et al.	2	B	-	Ø	
		Clavel et al.	2	B	-	Ø	
		Fox et al.	2	B	+	Ø	
		Dolore	Svanholt et al.	3	A	-	Ø
			Clavel et al.	2	B	-	Ø
Postura lombo-sacrale	Ipertono muscolare	Svanholt et al.	3	A	-	+	
		Saléh et al.	2	B	-	Ø	
	Dolore	Clavel et al.	2	B	-	Ø	
		Svanholt et al.	3	A	-	+	
	Turba dell'equilibrio	Fox et al.	2	B	+	Ø	
		Demir et al.	2	B	-	+	
Postura generale	Ipertono muscolare	Svanholt et al.	3	A	-	+	
		Poklepović Peričić et al.	2	B	-	+	
	Dolore	Tri Pham et al.	4	A	-	+	
		Saléh et al.	2	B	-	Ø	
	Turba dell'equilibrio	Fox et al.	2	B	+	Ø	
		Demir et al.	2	B	-	+	
	Ipertono muscolare	Facco Piccin et al.	2	B	-	+	
		Clavel et al.	2	B	-	Ø	

TABELLE DEI PUNTEGGI

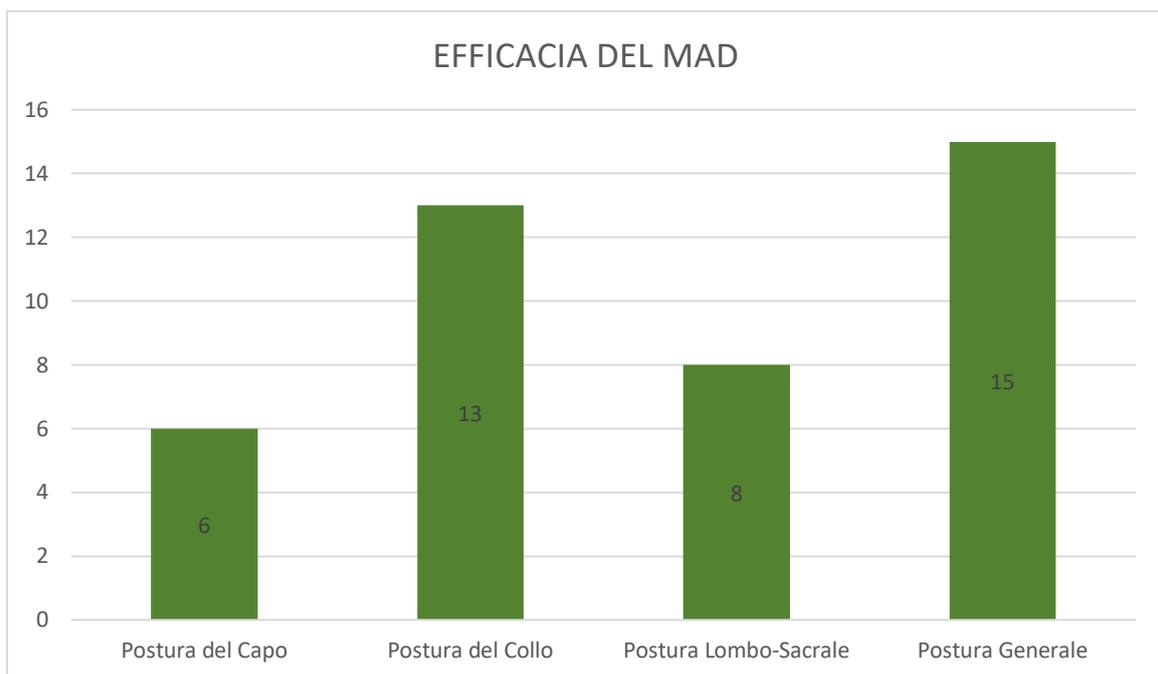
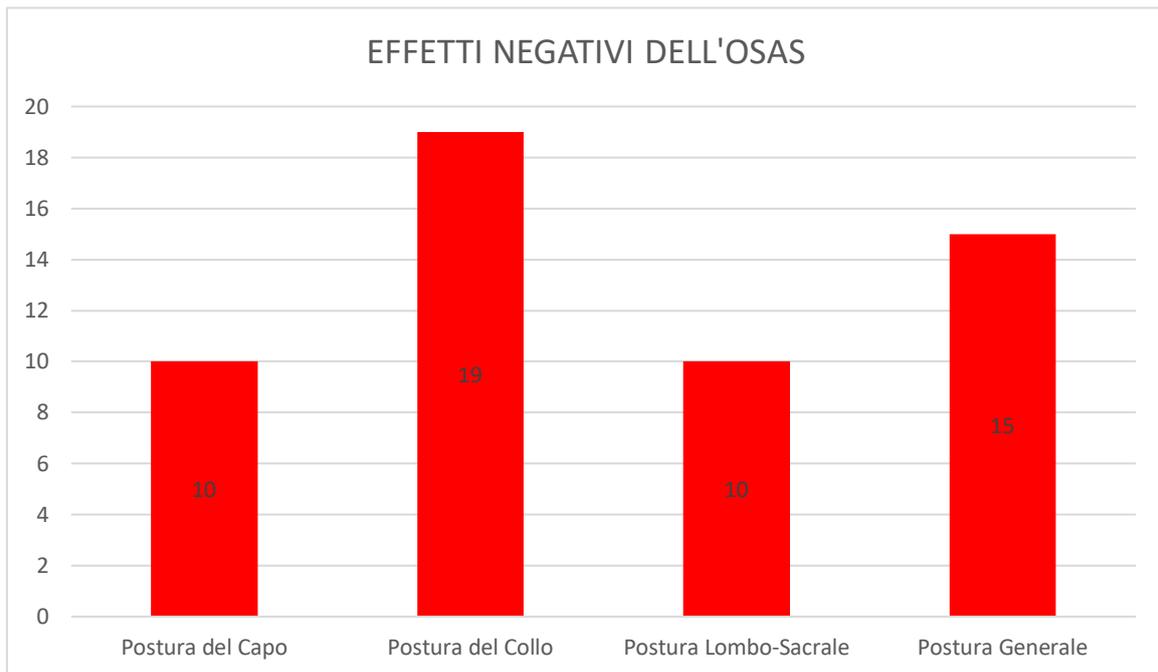


TABELLE DEI PUNTEGGI

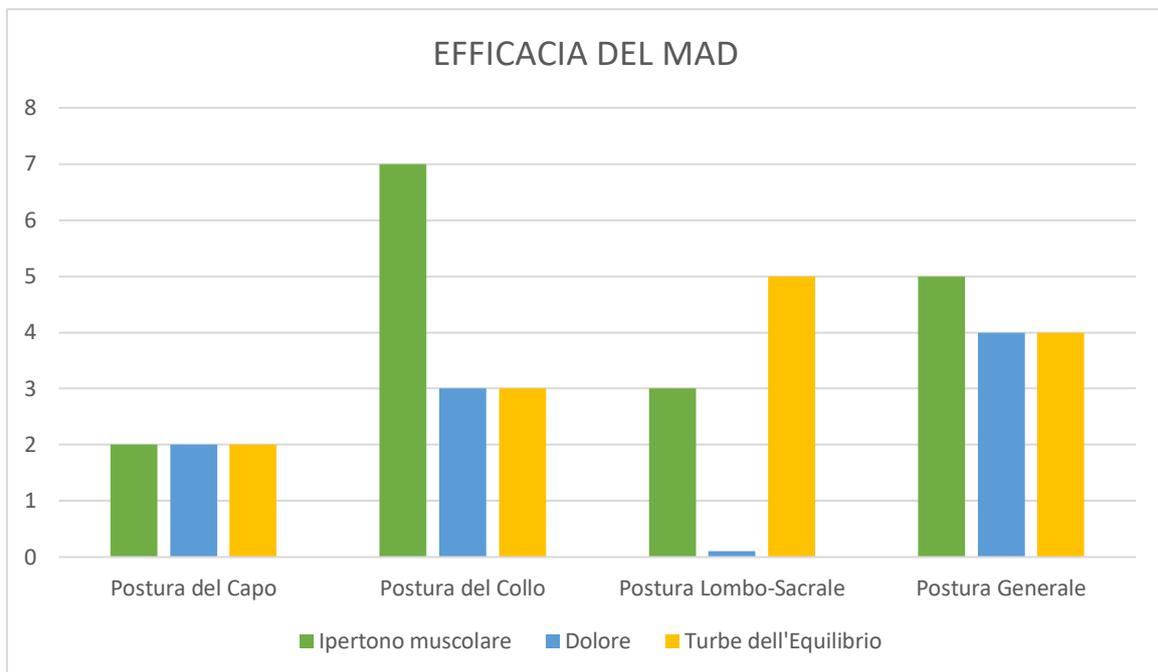
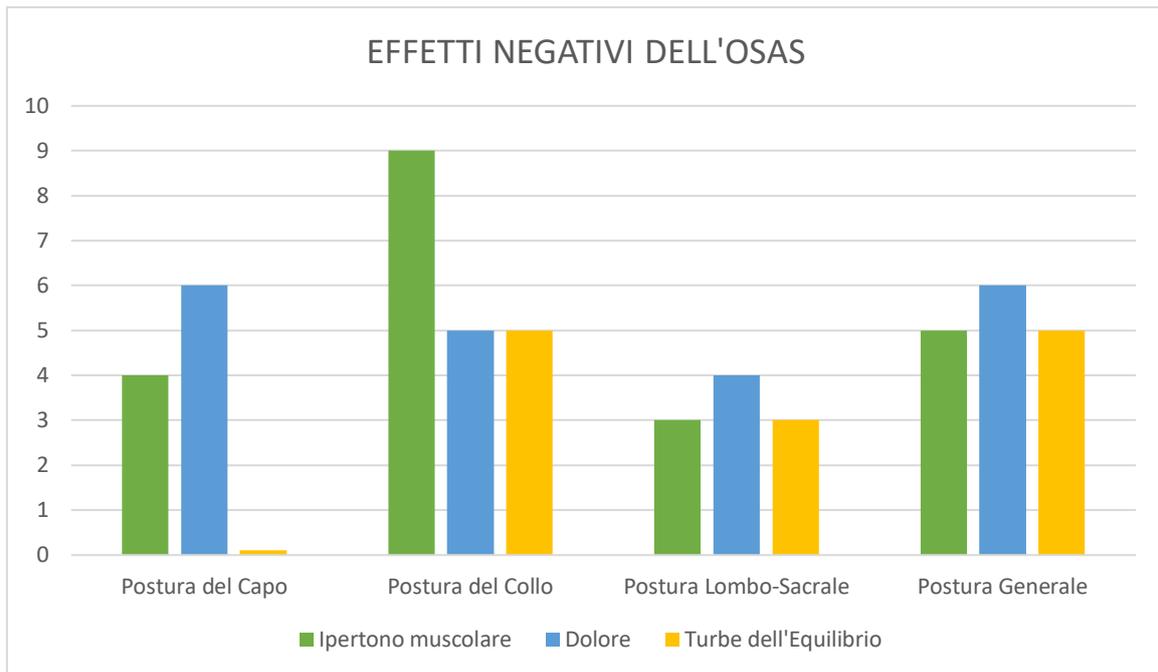


TABELLE DEI LIVELLI

POSTURA DEL CAPO

	<i>LIVELLO OSAS</i>	<i>LIVELLO MAD</i>
<i>Iper tono Muscolare</i>	3	4
<i>Dolore</i>	3	4
<i>Turbe dell'Equilibrio</i>	3	4

POSTURA DEL COLLO

	<i>LIVELLO OSAS</i>	<i>LIVELLO MAD</i>
<i>Iper tono Muscolare</i>	1	1
<i>Dolore</i>	3	4
<i>Turbe dell'Equilibrio</i>	2	4

POSTURA LOMBO-SACRALE

	<i>LIVELLO OSAS</i>	<i>LIVELLO MAD</i>
<i>Iper tono Muscolare</i>	4	4
<i>Dolore</i>	3	Ø
<i>Turbe dell'Equilibrio</i>	2	3

POSTURA GENERALE

	<i>LIVELLO OSAS</i>	<i>LIVELLO MAD</i>
<i>Iper tono Muscolare</i>	3	3
<i>Dolore</i>	3	4
<i>Turbe dell'Equilibrio</i>	3	3

7 DISCUSSIONE

Per quanto riguarda la postura del capo, gli studi indicano che l'OSAS ha un impatto negativo sull'ipertono muscolare nella regione del capo. Gli articoli di Sökücü et al. e Poklepović Peričić et al., entrambi con un grado di evidenza B e un punteggio di 2, dimostrano che l'OSAS contribuisce all'aumento della tensione muscolare nella zona del capo, causando sovraccarico muscolare e rigidità cronica. Questo effetto negativo è ben documentato in entrambi gli studi, evidenziando che l'OSAS aggrava significativamente le condizioni muscolari in questa regione. L'OSAS provoca frequentemente un'iperestensione o una flessione eccessiva della testa durante il riposo, nel tentativo di mantenere libere le vie respiratorie. Questi adattamenti posturali determinano un sovraccarico muscolare cronico nella regione cervicale alta, favorendo l'insorgere di ipertono muscolare, rigidità e dolori persistenti. La tensione muscolare non solo peggiora la qualità del sonno, ma si manifesta anche durante la giornata, ostacolando le normali attività quotidiane. Il livello di evidenza in questo caso è limitato.

Per quanto riguarda l'efficacia del MAD sull'ipertono muscolare, lo studio di Poklepović Peričić et al. (grado B, 2 punti) mostra un effetto positivo, indicando che l'uso del MAD porta a un significativo miglioramento dell'ipertono muscolare, riducendo la tensione nei muscoli del capo e alleviando la rigidità. Tuttavia, poiché c'è solo uno studio con grado di evidenza B, il livello di evidenza per questa categoria è molto limitato.

Anche nella categoria del dolore, l'OSAS ha un impatto negativo, come confermato dagli studi di Sökücü et al. e Clavel et al., entrambi con un grado di evidenza B e un punteggio di 2. Questi studi dimostrano che i pazienti affetti da OSAS sperimentano un aumento del dolore nella regione del capo, probabilmente dovuto alla tensione muscolare cronica. L'OSAS spesso causa tensione muscolare cronica che può portare a dolori persistenti nella regione cervicale. Questi dolori non solo riducono la qualità del riposo notturno, ma compromettono anche le attività quotidiane, causando disagio continuo. Anche per la categoria del dolore, il livello di evidenza per l'OSAS è limitato.

Per quanto riguarda l'efficacia del MAD nel ridurre il dolore muscolare nella regione del capo, solo lo studio di Poklepović Peričić et al. (grado B) tratta il tema, riportando che l'uso del MAD riduce in modo significativo il dolore muscolare. Il dispositivo si rivela efficace non solo nel migliorare la postura, ma anche nell'alleviare il dolore associato alla tensione muscolare, offrendo sollievo ai pazienti con OSAS. Inoltre, il miglioramento della postura del capo ottenuto grazie al MAD riduce la frequenza di cefalee, spesso associate a tensioni muscolari croniche. Questo sollievo ha un impatto positivo sulla qualità della vita dei pazienti, riducendo il dolore durante il giorno e migliorando la loro capacità di svolgere le attività quotidiane. Tuttavia il livello di evidenza per questa categoria rimane molto limitato.

Nella categoria delle turbe dell'equilibrio, gli studi di Poklepović Peričić et al. e Demir et al., entrambi con un grado di evidenza B, indicano che l'OSAS ha un impatto negativo sull'equilibrio, potenzialmente compromettendo la stabilità posturale. Lo studio di Fox et al. (grado di evidenza B), invece, nega l'impatto negativo dell'OSAS. In particolare, l'OSAS influenza negativamente il centro di gravità, aumentando il rischio di instabilità. Questo si verifica più frequentemente nei pazienti che adottano una postura compensatoria del capo per migliorare la respirazione durante il sonno. Il livello di evidenza per l'OSAS in questa categoria è limitato.

L'effetto del MAD sulle turbe dell'equilibrio è valutato solo dallo studio di Poklepović Peričić et al. (grado B, 2 punti), che mostra un miglioramento positivo. L'uso del MAD ha portato a una riduzione del rischio di squilibrio, migliorando la stabilità posturale dei pazienti con OSAS, e offrendo quindi un beneficio evidente in questa categoria. Grazie al riposizionamento mandibolare indotto dal MAD, si ottiene una stabilizzazione del centro di gravità, riducendo la probabilità di cadute o episodi di squilibrio. Questo effetto è particolarmente rilevante per i pazienti con OSAS che spesso manifestano problemi di equilibrio. Tuttavia il livello di evidenza per il MAD in questa categoria è molto limitato. Gli studi indicano che l'OSAS ha un impatto negativo sull'ipertono muscolare nella regione del collo. Pham et al. e Svanholt et al., entrambi con un grado di evidenza A (punteggi di 4 e 3 rispettivamente), mostrano come l'OSAS aumenti significativamente la tensione muscolare cervicale, portando a

ipertono cronico e sovraccarico funzionale dei muscoli del collo. Anche lo studio di Clavel et al. conferma l'effetto negativo dell'OSAS, sebbene il suo grado di evidenza sia B (punteggio di 2), a indicare una conferma dell'impatto della sindrome sulla tensione muscolare, ma con un'evidenza meno forte. È importante sottolineare che l'OSAS influisce negativamente sulla postura del collo, causando rigidità e tensioni muscolari che si possono estendere verso le spalle e la parte alta della schiena. I muscoli cervicali inferiori sono spesso sottoposti a uno sforzo statico prolungato durante il sonno, a causa della necessità di mantenere aperte le vie respiratorie. Questo sovraccarico funzionale porta a una limitazione della mobilità e a dolori persistenti. Il livello di evidenza per l'effetto dell'OSAS sull'ipertono muscolare può essere classificato come forte.

Per quanto riguarda l'efficacia del MAD, solo gli studi di Pham et al. e Svanholt et al. trattano il dispositivo e mostrano un effetto positivo sul rilassamento muscolare. Entrambi gli studi evidenziano che l'uso del MAD ha portato a un miglioramento dell'ipertono muscolare, riducendo la tensione nei muscoli del collo e fornendo sollievo ai pazienti. Inoltre, il MAD, riposizionando la mandibola, consente di alleviare in modo significativo la tensione nei muscoli del collo, in particolare nella zona cervicale bassa, migliorando la mobilità del collo. Questo rilassamento muscolare permette ai pazienti di muoversi con maggiore facilità, senza essere ostacolati dalla rigidità che spesso limita la gamma di movimenti. Il grado di evidenza A per entrambi gli studi rafforza la validità di questi risultati, permettendo di collocare l'evidenza per il MAD in questa categoria a livello forte.

Anche per la categoria del dolore, l'OSAS ha un effetto negativo confermato da Svanholt et al. (grado di evidenza A, 3 punti) e Saleh et al. (grado di evidenza B, 2 punti). Entrambi gli studi indicano che i pazienti affetti da OSAS sperimentano un aumento del dolore cervicale, che potrebbe essere correlato alla tensione muscolare cronica e alla cattiva postura durante il sonno. L'OSAS causa spesso una tensione muscolare cronica che provoca dolore cervicale, il quale si estende anche alle spalle e alla parte alta della schiena. Questo dolore non solo peggiora la qualità del sonno, ma compromette anche le attività quotidiane, limitando i movimenti e causando disagio prolungato. Tuttavia il livello di evidenza per questa sottocategoria risulta limitato.

In termini di efficacia del MAD, solo lo studio di Svanholt et al. tratta il tema, riportando un miglioramento significativo nel controllo del dolore. Il grado di evidenza A indica che il MAD è efficace nel ridurre il dolore cervicale nei pazienti con OSAS, fornendo loro sollievo attraverso il miglioramento della postura del collo e la riduzione della tensione muscolare. In aggiunta, l'effetto distensivo del MAD sui muscoli del collo contribuisce a una distribuzione più equilibrata delle forze lungo la colonna vertebrale, alleviando la pressione sulle articolazioni cervicali. Questo previene l'insorgere di dolori muscolo-scheletrici cronici e migliora il comfort non solo durante il sonno, ma anche nelle attività quotidiane. Tuttavia, poiché esiste solo uno studio con livello A, il livello di evidenza per l'efficacia del MAD nel ridurre il dolore cervicale è molto limitato.

Nella categoria delle turbe dell'equilibrio, gli studi indicano un impatto variabile dell'OSAS. Svanholt et al. (grado di evidenza A, 3 punti) e Facco Piccin et al. (grado di evidenza B, 2 punti) riportano che l'OSAS ha un effetto negativo sull'equilibrio dei pazienti, potenzialmente compromettendo il centro di gravità e aumentando il rischio di squilibrio. Clavel et al. conferma l'effetto negativo con un grado di evidenza B, mentre lo studio di Fox et al. presenta un risultato differente, affermando che l'OSAS non influisce significativamente sull'equilibrio dei pazienti, sebbene anche in questo caso il grado di evidenza sia B. In questo caso, il livello di evidenza per l'effetto dell'OSAS sulle turbe dell'equilibrio può essere classificato come moderato.

Per quanto riguarda l'effetto del MAD sulle turbe dell'equilibrio, solo lo studio di Svanholt et al. prende in considerazione il dispositivo. Con un grado di evidenza A, lo studio mostra che l'uso del MAD porta a un miglioramento dell'equilibrio nei pazienti con OSAS, riducendo il rischio di squilibrio e migliorando la stabilità posturale. Il MAD ha un impatto positivo anche sull'equilibrio legato alla postura del collo. Migliorando l'allineamento cervicale, il dispositivo riduce la necessità di compensazioni posturali, che spesso causano un'alterazione della stabilità. I pazienti che utilizzano il MAD riferiscono una maggiore stabilità nei movimenti quotidiani e una riduzione di episodi di vertigini o instabilità. Questo beneficio è particolarmente rilevante per chi svolge attività che richiedono movimenti rapidi o cambiamenti di posizione improvvisi, riducendo il rischio di cadute o

perdite di equilibrio. Tuttavia il livello di evidenza per l'effetto del MAD sulle turbe dell'equilibrio risulta molto limitato.

Nella postura lombo-sacrale, invece, gli studi indicano che l'OSAS ha un impatto negativo sull'ipertono muscolare nella regione lombo-sacrale. Lo studio di Svanholt et al. (grado di evidenza A, 3 punti) evidenzia che l'OSAS aggrava la tensione muscolare nella zona lombo-sacrale, contribuendo a un sovraccarico muscolare cronico che influisce negativamente sulla mobilità e la stabilità della parte bassa della schiena. Oltre ai dati riportati negli studi, è importante sottolineare che l'OSAS spesso peggiora la lordosi lombare a causa delle compensazioni posturali adottate dai pazienti per facilitare la respirazione. Questo sovraccarico posturale provoca tensioni croniche e rigidità nella parte bassa della schiena, che si manifestano con dolori lombari persistenti e una ridotta mobilità. Il livello di evidenza per l'effetto dell'OSAS sull'ipertono muscolare è molto limitato, poiché, nonostante vi sia uno studio di livello A, manca un secondo studio per confermare ulteriormente l'effetto.

Per quanto riguarda l'efficacia del MAD, lo studio di Svanholt et al. (grado A, 3 punti) mostra un effetto positivo sul rilassamento muscolare nella regione lombo-sacrale. Il MAD si è dimostrato efficace nel ridurre l'ipertono muscolare, favorendo il rilassamento e migliorando la funzionalità della parte bassa della schiena. Il dispositivo favorisce un miglior allineamento della colonna vertebrale, riducendo l'ipertono muscolare lungo tutta la schiena, inclusa la regione lombo-sacrale. I pazienti che utilizzano il MAD riportano una notevole riduzione della rigidità lombare e un aumento della flessibilità, permettendo loro di svolgere le attività quotidiane con meno dolore e maggiore libertà di movimento. Tuttavia, il livello di evidenza per il MAD è molto limitato poiché si basa su un singolo studio di livello A.

Nella categoria del dolore, l'OSAS ha un impatto negativo, come confermato dagli studi di Saleh et al. (grado di evidenza B, 2 punti) e Clavel et al. (grado di evidenza B, 2 punti). Entrambi gli studi riportano che l'OSAS contribuisce ad aumentare il dolore nella regione lombo-sacrale, con un impatto negativo sulla qualità della vita dei pazienti. Questo dolore è spesso correlato alla tensione muscolare

cronica, peggiorata dalla cattiva postura durante il riposo. Il livello di evidenza per l'effetto dell'OSAS sul dolore lombo-sacrale è limitato, poiché ci sono almeno due studi di livello B. Per quanto riguarda l'efficacia del MAD sul dolore, non sono disponibili studi che esaminino il dispositivo per questa categoria specifica, quindi il livello di evidenza non è disponibile.

Nella categoria delle turbe dell'equilibrio, lo studio di Svanholt et al. (grado di evidenza A, 3 punti) riporta che l'OSAS ha un impatto negativo significativo sull'equilibrio dei pazienti, contribuendo a instabilità posturale. Tuttavia, gli studi di Fox et al. e Demir et al. (entrambi con grado di evidenza B, 2 punti ciascuno) mostrano risultati contrastanti. Fox et al. indicano che in alcuni casi l'OSAS non sembra influenzare in modo significativo l'equilibrio, mentre Demir et al. confermano un impatto negativo dell'OSAS. In particolare, l'OSAS può compromettere l'equilibrio posturale, peggiorando la stabilità e il centro di gravità dei pazienti, soprattutto a causa delle alterazioni nella postura adottata durante il riposo. Il livello di evidenza per le turbe dell'equilibrio legate all'OSAS è moderato, poiché c'è uno studio di livello A e almeno due studi di livello B.

Per quanto riguarda l'efficacia del MAD sulle turbe dell'equilibrio, sia lo studio di Svanholt et al. (grado A, 3 punti) che quello di Demir et al. (grado B) indicano che l'uso del MAD porta a un miglioramento dell'equilibrio nei pazienti con OSAS. Il dispositivo migliora la stabilità posturale, riducendo il rischio di squilibrio e offrendo un beneficio evidente per i pazienti affetti da OSAS, particolarmente nella regione lombo-sacrale, dove l'instabilità può compromettere significativamente la mobilità e la qualità della vita. Inoltre, la capacità del MAD di ridurre la tensione muscolare nella parte inferiore della colonna vertebrale contribuisce a migliorare l'equilibrio delle sollecitazioni lungo l'intero tratto spinale, alleviando la pressione sulla regione lombare. Ciò diminuisce il rischio di sviluppare problematiche lombari croniche, poiché il MAD previene l'accumulo di stress sulle vertebre e sulle articolazioni lombari, offrendo benefici a lungo termine per la salute della schiena. Il livello di evidenza per l'efficacia del MAD sulle turbe dell'equilibrio è limitato.

Per quanto riguarda la postura generale, lo studio di Svanholt et al. (grado di evidenza A, 3 punti) e quello di Poklepović Peričić et al. (grado di evidenza B, 2 punti) dimostrano che l'OSAS contribuisce

a un aumento della tensione muscolare in tutto il corpo, portando a rigidità muscolare e sovraccarico funzionale. Questi studi confermano che l'OSAS aggrava significativamente le condizioni muscolari dei pazienti, compromettendo la loro postura generale. Inoltre, l'OSAS influisce negativamente sulla distribuzione del peso lungo la colonna vertebrale, generando squilibri posturali che si manifestano con alterazioni come la cifosi toracica e l'antiversione del bacino. Questi squilibri non solo compromettono l'allineamento posturale, ma causano anche dolori muscolo-scheletrici diffusi, riducendo la capacità dei pazienti di mantenere una postura corretta durante la giornata. Il livello di evidenza per l'ipertono muscolare in relazione all'OSAS è limitato.

Per quanto riguarda l'efficacia del MAD, lo studio di Svanholt et al. (grado A) e quello di Poklepović Peričić et al. (grado B) riportano che il MAD contribuisce a ridurre la tensione muscolare e migliorare la postura complessiva. Il dispositivo ha dimostrato di ridurre la tensione muscolare lungo tutta la colonna, migliorando la distribuzione delle forze e favorendo una postura più equilibrata. Questo consente ai pazienti di mantenere una postura corretta per periodi più lunghi senza affaticarsi. Il livello di evidenza per l'efficacia del MAD nel miglioramento dell'ipertono muscolare è limitato.

L'impatto dell'OSAS sul dolore muscolare generalizzato è stato evidenziato dallo studio di Tri Pham et al. (grado di evidenza A, 4 punti) e da quello di Saleh et al. (grado di evidenza B, 2 punti). Entrambi gli studi dimostrano che i pazienti con OSAS sperimentano un aumento del dolore muscolare generalizzato, correlato all'aumento della tensione muscolare cronica. Questo dolore è spesso dovuto all'adozione di posture scorrette che i pazienti con OSAS mantengono per favorire l'apertura delle vie respiratorie. Anche qui, il livello di evidenza per il dolore associato all'OSAS è limitato.

Anche per il dolore, l'efficacia del MAD è stata valutata solo dallo studio di Tri Pham et al. (grado A), che ha dimostrato che il dispositivo riduce significativamente il dolore muscolare generalizzato. Questi risultati indicano che il MAD non solo migliora la postura, ma fornisce anche sollievo dal dolore muscolare, contribuendo a migliorare la qualità della vita dei pazienti con OSAS. Inoltre, il MAD aiuta a ridurre l'affaticamento muscolare, che spesso porta i pazienti a mantenere posture scorrette. Grazie a questa riduzione dell'affaticamento, il dispositivo contribuisce a diminuire i dolori

muscolari e articolari, permettendo ai pazienti di affrontare la giornata con meno dolore e maggiore mobilità. Tuttavia, il livello di evidenza per l'efficacia del MAD nel ridurre il dolore muscolare generalizzato è molto limitato, poiché esiste un solo studio con grado A.

Per quanto riguarda le turbe dell'equilibrio, gli studi evidenziano una certa variabilità nell'impatto dell'OSAS. Lo studio di Fox et al. (grado di evidenza B, 2 punti) suggerisce che l'OSAS non influisca negativamente sull'equilibrio in tutti i pazienti, mentre gli studi di Demir et al. (grado B, 2 punti), Facco Piccin et al. (grado B, 2 punti) e Clavel et al. (grado B, 2 punti) dimostrano che l'OSAS contribuisce a una maggiore instabilità posturale, compromettendo l'equilibrio generale. In questo caso, il livello di evidenza per le turbe dell'equilibrio associate all'OSAS è limitato.

Anche l'effetto del MAD sulle turbe dell'equilibrio è stato esaminato negli studi di Demir et al. e Facco Piccin et al., entrambi con un grado di evidenza B. Questi studi riportano un miglioramento significativo dell'equilibrio nei pazienti con OSAS grazie all'uso del MAD, suggerendo che il dispositivo possa migliorare la stabilità posturale e ridurre il rischio di squilibrio. Il MAD ha un effetto positivo anche sulle problematiche di equilibrio legate alla postura generale, migliorando la stabilità del corpo. I pazienti che utilizzano il dispositivo riferiscono una maggiore sicurezza nei movimenti e una ridotta probabilità di cadute o incidenti legati alla perdita di stabilità. Questo beneficio è particolarmente rilevante per i pazienti anziani o per coloro che già soffrono di problemi di equilibrio, poiché il MAD riduce il rischio di cadute e migliora l'autonomia e la sicurezza nelle attività quotidiane. Il livello di evidenza per l'efficacia del MAD sulle turbe dell'equilibrio è limitato, poiché vi sono almeno due studi con grado B.

8 CONCLUSIONE

Quattro studi di grado B relativi all'OSAS riferiscono un effetto sull'aumento dell'ipertono muscolare, del dolore e delle turbe dell'equilibrio nella regione del capo. Tuttavia, un altro studio di grado B non ha riscontrato una correlazione significativa tra l'OSAS e le turbe dell'equilibrio. D'altro canto, due studi di grado B che trattano il MAD mostrano un effetto positivo, evidenziando una riduzione dell'ipertono muscolare, del dolore e delle turbe dell'equilibrio. Nonostante diversi studi supportino il legame tra OSAS e incremento dell'ipertono muscolare, del dolore e delle turbe dell'equilibrio nella regione del capo, l'evidenza rimane moderata. Un singolo studio non rileva una correlazione significativa, mentre due studi sul MAD mostrano risultati promettenti, ma l'evidenza complessiva per il dispositivo è limitata e richiede ulteriori conferme.

Per quanto riguarda il collo, cinque studi (due di grado A e tre di grado B) riportano un aumento dell'ipertono muscolare, del dolore e delle turbe dell'equilibrio correlati all'OSAS. Anche in questo caso, un articolo di grado B non ha evidenziato alcuna correlazione tra l'OSAS e le turbe dell'equilibrio. D'altro canto, due articoli di grado A che trattano il MAD hanno mostrato una riduzione dell'ipertono muscolare, del dolore e un miglioramento delle turbe dell'equilibrio. Con cinque studi che indicano un impatto negativo dell'OSAS sulla muscolatura del collo, e uno studio che non rileva correlazioni, l'evidenza a favore di questo legame risulta forte. L'efficacia del MAD nel migliorare la condizione muscolare e posturale del collo è sostenuta da due studi di grado A, rafforzando la solidità dell'evidenza per questo trattamento.

Per la regione lombo-sacrale, quattro articoli (uno di grado A e tre di grado B) riportano un incremento dell'ipertono muscolare, del dolore e delle turbe dell'equilibrio legati all'OSAS. Tuttavia, un articolo di grado B non ha riscontrato correlazioni significative tra l'OSAS e le turbe dell'equilibrio. Per quanto riguarda il MAD, un articolo di grado A indica una riduzione dell'ipertono muscolare, e lo stesso articolo, assieme a uno di grado B, riporta effetti positivi sulle turbe dell'equilibrio, suggerendo il potenziale del MAD nel migliorare la stabilità posturale in questa regione. L'evidenza che collega

L'OSAS all'ipertono muscolare e al dolore nella regione lombo-sacrale è supportata da quattro studi. Tuttavia, il livello di evidenza per l'efficacia del MAD rimane limitato, con solo uno studio di grado A e uno di grado B che confermano effetti positivi. Ulteriori studi sono necessari per consolidare questi risultati.

Infine, per quanto riguarda la postura generale, sette articoli relativi all'OSAS (due di grado A e cinque di grado B) segnalano effetti sull'aumento dell'ipertono muscolare, del dolore e delle turbe dell'equilibrio. Un articolo di grado B ha rilevato una correlazione significativa tra l'OSAS e le turbe dell'equilibrio, mentre un altro articolo di grado B non ha evidenziato alcuna correlazione tra l'OSAS e queste problematiche. Per quanto riguarda il MAD, tre articoli (due di grado A e uno di grado B) hanno riportato un effetto positivo sulla riduzione dell'ipertono muscolare e del dolore, mentre due articoli di grado B hanno osservato miglioramenti significativi nelle turbe dell'equilibrio. L'OSAS ha un impatto documentato sull'ipertono muscolare e sul dolore in vari aspetti della postura generale in sette studi. L'efficacia del MAD nel migliorare la postura e ridurre il dolore è riportata in tre studi, ma l'evidenza rimane comunque limitata e sono necessarie ulteriori conferme per valutare appieno i benefici del dispositivo.

9 BIBLIOGRAFIA

1. Young T, Skatrud J, Peppard PE. Risk factors for obstructive sleep apnea in adults. *JAMA*. 2004. 291: 2013-6.
2. Shaheen SO, Martineau AR. Vitamin D and chronic obstructive pulmonary disease: Justified optimism or false hope? *Am J of Resp Crit Care Med*. 2012. 185: 239–41.
3. Heinzer R, Vat S, Marques-Vidal P, Marti-Soler H, Andries D, Tobback N, et al. Prevalence of sleep-disordered breathing in the general population: the HypnoLaus study. *Lancet Respir Med*. 2015. 3: 310–8.
4. Jordan AS, McSharry DG, Malhotra A. Adult obstructive sleep apnoea. *The Lancet*. 2014. 383: 736–47.
5. Dempsey JA, Veasey SC, Morgan BJ, O'Donnell CP. Pathophysiology of sleep apnea. *Physiol Rev*. 2010. 90: 797-8.
6. Lee JJ, Sundar KM. Evaluation and Management of Adults with Obstructive Sleep Apnea Syndrome. *Lung*. 2021. 199: 87–101.
7. Hoyos CM, Drager LF, Patel SR. OSA and cardiometabolic risk: What's the bottom line? Vol. 22, *Resp*. 2017. 22: 420-9.
8. Kerner NA, Roose SP. Obstructive Sleep Apnea is Linked to Depression and Cognitive Impairment: Evidence and Potential Mechanisms. *Am J Ger Psych*. 2016 Jun. 24: 496–508.
9. Toraldo DM, Passali D, Sanna A, de Nuccio F, Conte L, de Benedetto M. Strategie e costi/benefici nella gestione dell'OSAS. *Acta Otorhino Ita*. 2017 37: 447–53.
10. Hirshkowitz M. Polysomnography Challenges. *Sleep Med Clin*. 2016. 11: 403–11.
11. Ackermann S, Rasch B. Differential effects of non-REM and REM sleep on memory consolidation? *Curr Neurol Neurosci Rep*. 2014 14: 430.
12. Sateia MJ. International classification of sleep disorders-third edition: highlights and modifications. *Chest*. 2014. 146: 1387-1394.
13. Bennett LS, Stradling JR, Davies RJ. A behavioural test to assess daytime sleepiness in obstructive sleep apnoea. *J Sleep Res*. 1997. 6: 142-5.
14. Sutherland K, Vanderveken OM, Tsuda H, Marklund M, Gagnadoux F, Kushida CA, et al. Oral appliance treatment for obstructive sleep apnea: An update. *J Clin Sleep Med*. 2014. 10: 215–27.
15. De Meyer MMD, Vanderveken OM, De Weerd S, Marks LAM, Cárcamo BA, Chavez AM, Matamoros FA, Jacquet W. Use of mandibular advancement devices for the treatment of primary snoring with or without obstructive sleep apnea (OSA): A systematic review. *Sleep Med Rev*. 2021. 56: 1014-7.
16. Johal A, Battagel JM, Kotecha BT. Sleep nasendoscopy: A diagnostic tool for predicting treatment success with mandibular advancement splints in obstructive sleep apnoea. *Eur J Orthod*. 2005. 27: 607–14.
17. Sharples LD, Clutterbuck-James AL, Glover MJ, Bennett MS, Chadwick R, Pittman MA, et al. Meta-analysis of randomised controlled trials of oral mandibular advancement devices and continuous positive airway pressure for obstructive sleep apnoea-hypopnoea. *Sleep Med Rev*. 2014. 27: 108–24.

18. Glos M, Penzel T, Schoebel C, Nitzsche GR, Zimmermann S, Rudolph C, et al. Comparison of effects of OSA treatment by MAD and by CPAP on cardiac autonomic function during daytime. *Sleep and Breath*. 2016. 20: 635–46.
19. Verburg FE, Bollen KHA, Donker HJ, Kramer GJC. The effectiveness of two types of MADS for OSA therapy. *Clin Oral Investig*. 2018. 22: 1995–2003.
20. Francis CE, Quinnell T. Mandibular Advancement Devices for OSA: An Alternative to CPAP? *Pulmonary Therapy*. 2021. 7: 25–36.
21. van der Hoek LH, Rosenmöller BRAM, van de Rijt LJM, de Vries R, Aarab G, Lobbezoo F. Factors associated with treatment adherence to mandibular advancement devices: a scoping review. Vol. 27, *Sleep and Breath*. 2023. 27: 2527–44.
22. Loube DI, Loube AA, Mitler MM. Weight loss for obstructive sleep apnea: the optimal therapy for obese patients. *J Am Diet Assoc*. 1994. 94: 1291-5.
24. Panahi L, Udeani G, Ho S, Knox B, Maille J. Review of the Management of Obstructive Sleep Apnea and Pharmacological Symptom Management. *Med*. 2021. 57: 1173.
25. Morris LGT, Burschtin O, Setlur J, Bommelje CC, Lee KC, Jacobs JB, et al. REM-associated nasal obstruction: A study with acoustic rhinometry during sleep. *Am J Otolary Head and Neck Med Surg*. 2008. 139: 619–23.
26. Li W, Xiao L, Hu J. The comparison of CPAP and oral appliances in treatment of patients with OSA: A systematic review and meta-analysis. *Respir Care*. 2013. 58: 1184–95.
27. Chang ET, Fernandez-Salvador C, Giambo J, Nesbitt B, Liu SYC, Capasso R, et al. Tongue retaining devices for obstructive sleep apnea: A systematic review and meta-analysis. *Am J Otolary Head and Neck Med Surg*. 2017. 38: 272–8.
28. Gasparini G, Torroni A, Di Nardo F, Pelo S, Foresta E, Boniello R, Romandini M, Cervelli D, Azzuni C, Marianetti TM. OSAS surgery and postoperative discomfort: phase I surgery versus phase II surgery. *Biomed Res Int*. 2015. 28.
29. Tsui WK, Yang Y, Cheung LK, Leung YY. Distraction osteogenesis as a treatment of obstructive sleep apnea syndrome: A systematic review. *Med*. 2016. 95: e4674.
30. Ronchi P, Cinquini V, Ambrosoli A, Caprioglio A. Maxillomandibular Advancement in Obstructive Sleep Apnea Syndrome Patients: a Restrospective Study on the Sagittal Cephalometric Variables. *J Oral Maxillofac Res*. 2013. 29: 4
31. Stradling JR, Pitson DJ, Bennett L, Barbour C, Davies RJ. Variation in the arousal pattern after obstructive events in obstructive sleep apnea. *Am J Respir Crit Care Med*. 1999. 159: 130-6.
32. Solow B, Ovesen J, Nielsen PW, Wildschjødtz G, Tallgren A. Head posture in obstructive sleep apnoea. *Eur J Orthod*. 1993. 15:107-14.
33. Wernli K, O'Sullivan P, Smith A, Campbell A, Kent P. Movement, posture and low back pain. How do they relate? A replicated single-case design in 12 people with persistent, disabling low back pain. *Eur J Pain*. 2020. 24: 1831-1849.
34. Sökücü O, Okşayan R, Uyar M, Ademci KE, Üşümez S. Relationship between head posture and the severity of obstructive sleep apnea. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2016. 150: 945-949.
35. Poklepovic Pericic T, Galic I, Dogas Z, Mihanović F, Galic T. Cephalometric changes associated with MAD therapy. *Radiološki vjesnik*. 2023. 47: 2–9.

36. Demir T, Aslan K, Demirkiran M. Evaluation of postural balance in patients with obstructive sleep apnoea syndrome. *Neurol Neurochir Pol.* 2020. 54: 83–9.
37. Fox MG, Cohen HS, Sangi-Haghpeykar H, Takashima M. Relationship Between Obstructive Sleep Apnea and Balance on Computerized Dynamic Posturography. *Cureus.* 2022. 14: e30973.
38. Pham T, Lin CK, Leek D, Chandrashekhar R, Annaswamy TM. Obstructive sleep Apnea’s association with the cervical spine abnormalities, posture, and pain: a systematic review. *Sleep Med.* 2020. 75: 468–76.
39. Svanholt P, Petri N, Wildschjødtz G, Sonnesen L. Influence of craniofacial and upper spine morphology on mandibular advancement device treatment outcome in patients with obstructive sleep apnoea: A pilot study. *Eur J Orthod.* 2015. 37: 391–7.
40. Clavel L, Rémy-Neris S, Skalli W, Rouch P, Lespert Y, Similowski T, Sandoz B, Attali V. Cervical Spine Hyperextension and Altered Posturo-Respiratory Coupling in Patients With Obstructive Sleep Apnea Syndrome. *Front Med.* 2020. 7: 30.
41. Saleh A, Sultan I, Mahfouz Y. Alteration in cervical spine mechanics in obstructive sleep apnea syndrome patients. *Eg J Chest Dis Tuber.* 2015. 64: 897–902.
42. Piccin CF, Pozzebon D, Scapini F, Corrêa ECR. Craniocervical Posture in Patients with Obstructive Sleep Apnea. *Int Arch Otorhinolaryngol.* 2016. 20: 189–95.