Der therapeutisch notwendige CPAP-Wert als Prädiktor der Wirksamkeit von Unterkieferprotrusionsschienen in der Therapie schlafbezogener obstruktiver Atmungsstörungen

CPAP as a Predictor of the Efficacy of Mandibular Advancement Devices

Autor H. Hein

Institut Praxis und Schlaflabor für Innere Medizin, Pneumologie, Allergologie, Schlafmedizin

eingereicht 3.7.2014
akzeptiert nach Revision 9.9.2014

Bibliografie
DOI http://dx.doi.org/10.1055/s-0034-1390702
Online-Publikation: 27.10.2014
Pneumologie 2015; 69: 13–16
© Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York
ISSN 0934-8387

Korrespondenzadresse
Dr. med. Holger Hein
Praxis und Schlaflabor für Innere Medizin, Pneumologie, Allergologie, Schlafmedizin
Bahnhofstr. 9
21465 Reinbek
dr.holger.hein@web.de
www.dr-holger-hein.de

Zusammenfassung

Hintergrund: Unterkieferprotrusionsschienen werden seit vielen Jahren zur Therapie schlafbezogener obstruktiver Atmungsstörungen eingesetzt. Es wurde verglichen, ob die Höhe des therapeutisch notwendigen CPAP-Wertes ein Prädiktor der Wirksamkeit von Unterkieferprotrusionsschienen ist.

Methode und Patienten: Es wurden retrospektiv die polysomnografischen Messergebnisse von 67 Patienten (8 Frauen und 59 Männer) im Alter von (Mittelwert/Standardabweichung) 54,2 ± 12,3 Jahren, einem Body-Mass-Index von 28,6 ± 4,3 kg/m² und einem Apnoe-Hypopnoe-Index ohne Therapie von 21,9 ± 12,3/h analysiert. Alle Patienten waren auf eine CPAP-Therapie eingestellt worden, hatten sich aber aufgrund von Problemen der Durchführung der Druckatmungstherapie eine zweiteilige verstellbare Unterkieferprotrusionsschiene nach Maß anfertigen lassen.

Ergebnisse: Der Apnoe-Hypopnoe-Index nahm im Mittel unter CPAP signifikant von 21,9 ± 12,3/h auf 3,4 ± 4,6/h ab, unter Nutzung der Unterkieferprotrusionsschiene auf 9,7 ± 11,6/h ab. Die detaillierte Analyse der Verminderung des Apnoe-Hypopnoe-Indexes unter Berücksichtigung des therapeutisch notwendigen CPAP-Wertes ergab, dass mit ansteigendem CPAP-Wert die Wirkung der Unterkieferprotrusionsschienen deutlich abnahm: Der Apnoe-Hypopnoe-Index lag in der Subgruppe der Patienten mit einem CPAP-Wert von 4 mbar (cmH_2O) unter Nutzung der Unterkieferprotrusionsschiene bei 6,1 ± 8,7/h und in der Gruppe mit einem CPAP-Wert von mehr als 8 mbar bei 23 ± 9,6/h. Bei CPAP-Werten oberhalb von 8 mbar war die Therapie mit einer Unterkieferprotrusionsschiene signifikant geringer wirksam als bei geringeren Drucken.

Abstract

Background: Mandibular advancement devices are used for the therapy of obstructive sleep apnea. We investigated whether the therapeutically necessary CPAP value is a useful predictor of the efficacy of oral devices.

Methods and Patients: We retrospectively compared polysomnography data from 67 patients, 8 women and 59 men, (age mean/standard deviation: 54.2 ± 12.3 years; BMI: 28.6 ± 4.3 kg/m²; apnea-hypopnea index: 21.9 ± 12.3/h). All patients were initially treated with CPAP. Due to problems with the CPAP mask, they switched to a mandibular advancement device.

Results: Under the use of CPAP, the apnea-hypopnea index decreased from 21.9 ± 12.3 to 3.4 ± 4.6/h, with the mandibular advancement device to 9.7 ± 11.6/h. The apnea-hypopnea index while using an oral device was remarkably different when the therapeutically necessary CPAP value was taken into consideration: in the patient group with a pressure of 4 mbar, it was 6.1 ± 8.7 and in the group with values > 8 mbar, it was 23 ± 9.6/h. Thus, the efficacy was signficantly different for CPAP values above 8 mbar.

Conclusions: The therapeutically necessary CPAP value is a valuable predictor for the efficacy of mandibular advancement devices.

Dieses Dokument wurde zum persönlichen Gebrauch heruntergeladen. Vervielfältigung nur mit Zustimmung des Verlages.

Schlussfolgerungen: Der therapeutisch notwendige CPAP-Wert ist ein guter Prädiktor für die Wirksamkeit von zweiteiligen verstellbaren Unterkieferprotrusionsschienen.

Einleitung

Schlafbezogene obstruktive Atmungsstörungen sind durch eine nachts wirksame pharyngeale Obstruktion gekennzeichnet. Durch eine Vorverlagerung des Unterkiefers kann die Weite des Oro- und Velopharynx vergrößert werden [1, 2]. Unterkieferprotrusionsschienen verlagern die Mandibula und somit auch die suprahyoidalen Muskelansätze und Teile der Zungenmuskulatur nach ventral [3]. Sie werden daher seit Jahren zur Therapie schlafbezogener obstruktiver Atmungsstörungen eingesetzt [4]. Gemäß den Empfehlungen der *American Academy of Sleep Medicine* sind Unterkieferprotrusionsschienen geeignet für Patienten mit leichtgradigen schlafbezogenen Atmungsstörungen oder nach einem erfolglosen CPAP-Therapieversuch auch bei mittel- bis schwergradigen Formen [5]. Die Therapie der Wahl der obstruktiven Schlafapnoe des Erwachsenen ist die Behandlung mittels Überdruckatmung (continuous positive airway pressure, CPAP) [6], allerdings ist bei leichtgradigen Stadien die Akzeptanz von oralen Hilfsmitteln größer [7].

Bei regelmäßiger Nutzung einer Unterkieferprotrusionsschiene bessern sich cardiovasculäre Risikoparameter. Die über 24 Stunden gemessenen Blutdruckwerte können sinken, [8 – 13] die Gefäßelastizität steigt [14], Parameter einer endothelialen Dysfunktion sowie andere serologische cardiovaskuläre Risikowerte bessern sich [15 – 17], und die kardiovaskuläre Mortalität sinkt [18]. Bei Patienten mit Herzinsuffizienz nimmt die pharyngeale Weite zu [19], die Spiegel der atrialen Peptide können sinken [20] und über diesen Weg vermutlich auch eine Cheyne-Stokes-Atmung bessern [21].

Die Maßanfertigung einer zweiteiligen verstellbaren Unterkieferprotrusionsschiene ist zeit- und kostenaufwändig. Daher sind Prädiktoren zur Wirksamkeit wünschenswert. Höhere Schweregrade einer obstruktiven Schlafapnoe gehen mit einer geringeren Wirksamkeit der Unterkieferprotrusionsschienen einher, ebenso eine relativ kurze untere Gesichtshöhe (posterior lower facial height) [22] sowie ein längerer weicher Gaumen [23]. Der Lageabhängigkeit einer obstruktiven Schlafapnoe wird ein prädiktiver Wert beigemessen [24, 25]. Nach Marklund et al. ist eine positive Wirkung eher bei Frauen sowie bei Männern mit einer lageabhängigen Schlafapnoe mit einem Apnoen-Hypopnoe-Index < 10/h in Seitlage zu erwarten. [26]

In dieser Studie wird die Frage geprüft, ob anhand der Höhe des therapeutisch notwendigen CPAP-Wertes auf die Wirksamkeit von zweiteiligen verstellbaren nach Maß angefertigten Unterkieferprotrusionsschienen geschlossen werden kann.

Methoden

Im Rahmen einer retrospektiven Analyse wurden die Daten von 67 Patienten (8 Frauen und 59 Männer) im Alter von (Mittelwert/Standardabweichung) 54,2 ± 12,3 Jahren, einem Body-Mass-Index von 28,6 ± 4,3 kg/m^2 und einem Apnoe-Hypopnoe-Index ohne Therapie von mindestens 10/h (21,9 ± 12,3/h) analysiert.

Alle Patienten waren nach Durchlaufen der üblichen ambulanten Diagnostik (Untersuchung beim Hausarzt, Untersuchung beim Facharzt, ambulante Polygrafie) in ein Schlaflabor zur weiteren Diagnostik und Therapieeinleitung eingewiesen worden. Hier wurde eine allgemeine und spezielle (Schlaf, Schnarchen, nächtliche Atempausen) Anamnese erhoben, und alle Patienten wurden körperlich untersucht sowie Gewicht, Größe und Halsumfang gemessen. Die Diagnose und Schweregradeinteilung der obstruktiven Schlafapnoe erfolgte nach üblichen Kriterien [27, 28]. Es folgten eine diagnostische Polysomnografie und zwei weitere nächtliche polysomnografische Messungen zur Einleitung einer CPAP-Therapie. Die Messungen umfassten Hirnstromableitungen (C_4A_1, C_3A_2), Augenbewegungen, Elektromyogramm am Kinn, Atembewegungen des Thorax und des Abdomens mittels piezoelektrischer Gurte, oro-nasaler Flow mittels Thermistor, Pulsoximetrie am Finger (Novametrix 515A, Fa. Heinen + Löwenstein, Bad Ems), Elektrokardiogramm, Schnarchgeräusche sowie Körperlagesensor. Aufgezeichnet wurden die Daten mit dem Schlaflaborsystem Alice 3 (Healthdyne/Fa. Heinen + Löwenstein, Bad Ems), die Auswertung der Schlafstadien erfolgte visuell am Bildschirm [29]. Auch die Atmungsstörungen wurden manuell bewertet. Anhand der Schlafzeit und der Anzahl der obstruktiven, gemischten, zentralen Apnoen und Hypopnoen sowie Arousals wurden Apnoe-Indices, ein Hypopnoe-Index, ein Apnoe-Hypopnoe-Index sowie der Arousal-Index errechnet, die die durchschnittliche Anzahl bzw. Summe (Apnoe-Hypopnoe-Index) der jeweiligen Ereignisse pro Stunde Schlaf angeben. Schlafstadien, Verteilung der Stadien und Schlafeffizienz wurden nach den üblichen Empfehlungen [30] berechnet.

Außerdem wurden der Apnoe-Hypopnoe-Index, bezogen auf die Körperlage Links/Rechts/Rücken, berechnet. Traten in Rückenlage doppelt so viele Atmungsstörungen auf, verglichen mit dem Mittelwert aus Links- und Rechtsseitlage, wurde die obstruktive Schlafapnoe als lageabhängig eingeordnet.

Alle Patienten waren ursprünglich auf eine CPAP-Therapie eingestellt worden, hatten sich aber aufgrund von Problemen der Durchführung der Druckatmungstherapie eine zweiteilige verstellbare Unterkieferprotrusionsschiene nach Maß anfertigen lassen.

Die Unterkieferprotrusionsschienen wurden von spezialisierten Kieferorthopäden oder Zahnärzten hergestellt. Nach einer Untersuchung der Kiefergelenke und der Zähne wurde mit Hilfe der *George-Gauge-Bißgabel* der maximal mögliche Vorschub des Unterkiefers ermittelt. Durch eine Konstruktionsbissnahme, die die sagittale und vertikale Position festlegte, wurde der Vorschub der Schiene auf 50 – 75 % dieses Wertes festgelegt. Mittels einer Fernröntgenseitaufnahme wurden die Zungenlage bzw. der Abstand der Pharynxhinterwand vom Zungengrund (PAS) bestimmt. Verwendet wurden zweiteilige verstellbare Schienen Typ IST, H-UPS oder Thornton. Nach Anfertigung der Schiene wurde zunächst der Vorschub auf 30 – 50 % des maximal möglichen Wertes eingestellt und dann wöchentlich um 0,5 mm gesteigert, bis Schnarchen dem Bettpartner nicht mehr auffiel. Störten dauerhafte Schmerzen der Kiefergelenken beziehungsweise der Zähne das Tragen der Schiene zu sehr, wurde der Vorschub 0,5 mm zurückgenommen.

Von allen Untersuchten lagen polysomnografische Messungen vor und unter Therapie mit der Unterkieferprotrusionsschiene vor. Bei jeder Untersuchung erfolgte eine subjektive Einschätzung der Schläfrigkeit mittels der Epworth-Skala [31].

Statistische Differenzen wurden mittels des Student-T-Tests für Paardifferenzen geprüft, ein $p < 0{,}05$ galt als signifikant.

Dieses Dokument wurde zum persönlichen Gebrauch heruntergeladen. Vervielfältigung nur mit Zustimmung des Verlages.

Tab. 1 Demografische Daten (Alter Größe, Body-Mass-Index), Angaben zur Lageabhängigkeit der Schlafapnoe sowie Apnoe-Hypopnoe-Index (Mittelwerte und Standardabweichung) ohne Therapie, mit CPAP-Therapie und unter Nutzung einer Unterkieferprotrusionsschiene, für das Gesamtkollektiv und die nach dem therapeutisch wirksamen CPAP-Wert unterteilten Subkollektive.

	n	Alter [Jahre]	Body-Mass-Index [kg/m²]	Lageabhängige Schlafapnoe	AHI [/h]	AHI mit CPAP [/h]	AHI mit Schiene [/h]	T-Test CPAP vs. Schiene
alle	67	54,2 ± 12,3	28,6 ± 4,3	72 %	21,9 ± 12,3	3,4 ± 4,6	9,7 ± 11,6	0,001
4 mbar	7	54,0 ± 18,6	25,9 ± 2,9	57 %	18,2 ± 8,7	2,3 ± 2,4	6,1 ± 8,7	n.s.
≤ 5 mbar	11	50,7 ± 10,1	28,6 ± 3,7	36 %	18,0 ± 6,9	1,6 ± 2,0	6,5 ± 8,0	n.s.
≤ 6 mbar	19	54,2 ± 11,5	28,4 ± 3,8	74 %	22,3 ± 14,7	4,9 ± 6,6	10,7 ± 14,1	n.s.
≤ 7 mbar	17	57,2 ± 11,1	29,8 ± 5,4	65 %	19,0 ± 8,5	3,6 ± 4,6	5,8 ± 5,9	n.s.
≤ 8 mbar	7	48,4 ± 15,1	27,5 ± 4,1	86 %	27,2 ± 10,5	2,8 ± 3,6	13,5 ± 16,4	n.s.
> 8 mbar	6	59,3 ± 9,4	29,8 ± 4,7	33 %	34,7 ± 18,7	3,2 ± 2,4	23,0 ± 9,6	0,0006

Ergebnisse

Alle Patienten nutzten nach ihren Angaben bis zur Nachuntersuchung die Unterkieferprotrusionsschiene in jeder Nacht und während der gesamten Schlafzeit. Zwischen der letzten Untersuchung unter der Druckatmungstherapie und der Messung mit der Schiene lagen im Mittel 12 ± 8 Monate.

Der Apnoe-Hypopnoe-Index nahm unter CPAP signifikant von 21,9 ± 12,3/h auf 3,4 ± 4,6/h ab, unter Nutzung der Unterkieferprotrusionsschiene auf 9,7 ± 11,6/h. Die detaillierte Analyse der Verminderung des Apnoe-Hypopnoe-Index bei Nutzung der Unterkieferprotrusionsschiene unter Berücksichtigung des therapeutisch notwendigen CPAP-Wertes ergab, dass mit ansteigendem CPAP-Wert die Wirkung der Unterkieferprotrusionsschienen deutlich abnahm: Der Apnoe-Hypopnoe-Index lag in der Subgruppe der Patienten mit einem CPAP-Wert von 4 mbar unter Nutzung der Schiene bei 6,1 ± 8,7/h und in der Gruppe mit einem CPAP-Wert von mehr als 8 mbar bei 23 ± 9,6/h, siehe **Tab. 1** und **Abb. 1**.

Der Apnoe-Hypopnoe-Index der Patienten mit lageabhängiger Schlafapnoe verminderte sich unter Nutzung der Unterkieferprotrusionsschiene von 19,8 ± 9,3 auf 8,7 ± 9,7/h, bei denjenigen mit nicht-lageabhängiger Schlafapnoe von 23,3 ± 13,8 auf 10,4 ± 12,8/h. Die Trennung nach Lageabhängigkeit ergibt keine signifikanten Unterschiede.

Bei den Frauen verminderte sich der Apnoe-Hypopnoe-Index unter Nutzung der Schiene von 19,7 ± 6,6 auf 8,6 ± 82/h, bei den Männern von 22,2 ± 12,9 auf 9,9 ± 12,1/h, die Werte sind nicht signifikant different.

Das Körpergewicht änderte sich zwischen den Untersuchungszeitpunkten zwar in Einzlfällen deutlich, aber im Mittel nicht signifikant, um 0,7 ± 6,5 kg. Die subjektive Schläfrigkeit in der Epworth-Skala nahm unter der Therapie mit der Unterkieferprotrusionsschiene um 1,8 ± 3,5 Einheiten ab. Da die Nicht-Toleranz der CPAP-Therapie der Anlass für die Anfertigung der oralen Hilfsmittel war, kann ein Epworth-Wert unter CPAP nicht angegeben werden.

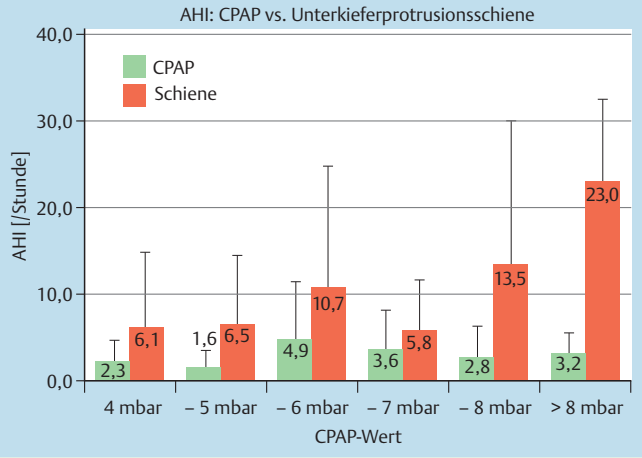

Abb. 1 Apnoe-Hypopnoe-Indices als Mittelwert und Standardabweichung unter CPAP bzw. unter Nutzung einer Unterkieferprotrusionsschiene in den nach dem effektiven CPAP-Wert unterteilten Subkollektiven.

Diskussion

Die Reduktion des Apnoe-Hypopnoe-Index war sowohl unter CPAP als auch bei Nutzung der Unterkieferprotrusionsschiene signifikant, aber ausgeprägter beim Einsatz von CPAP. Bei Unterteilung in Subgruppen entsprechend dem therapeutisch notwendigen CPAP-Wert zeigte sich eine zunehmend geringere Wirkung der Schienen in den Gruppen mit höheren CPAP-Werten. Für das das untersuchte Kollektiv ergab sich ein Sprung zwischen guter und nicht ausreichender Wirkung bei Patienten mit CPAP-Werten zwischen 6 und 7 mbar, wobei aufgrund der hohen Streuung der Werte und der geringen Fallzahl ein signfikanter Unterschied erst bei Werten größer 8 mbar errechnet wird.

Weder eine Lageabhängigkeit der Schlafapnoe noch das Geschlecht waren in dieser Studie prädiktiv, im Gegensatz zu anderen Untersuchungen [24, 25, 26]. Eine Erklärung hierfür wären genetisch bedingte morphologische Unterschiede [22] bzw. das deutlich größere Untersuchungskollektiv bei Marklund et al. [26]. Da höhere therapeutisch notwendige CPAP-Werte eine höhere Kollapsibilität der pharyngealen Atwemwege reflektieren [32, 33], ist bei höheren CPAP-Werten mit einer ausgeprägteren Erweiterung des Pharynx zu rechnen. Der mittels einer Unterkieferprotrusionsschiene zu erzielende Vorschub ist durch die Beweglichkeit im Temporo-Mandibulargelenk limitiert. Der CPAP-Wert kann relativ einfach erhöht werden, der im Gelenk mögliche Vorschub hingegen nicht. Diese Modellvorstellung erklärt die Assoziation zwischen der Höhe des CPAP-Wertes und der Prädiktion der Wirkung von Unterkieferprotrusionsschienen.

Interessenkonflikt

H. Hein hat Vortragshonorare der Firmen ResMed und Heinen + Löwenstein erhalten.

Dieses Dokument wurde zum persönlichen Gebrauch heruntergeladen. Vervielfältigung nur mit Zustimmung des Verlages.

Literatur

1 *Ferguson KA*, *Love LL*, *Ryan CF*. Effect of mandibular and tongue protrusion on upper airway size during wakefulness. Am J Respir Crit Care Med 1997; 155: 1748 – 1754
2 *Ryan CF*, *Love LL*, *Peat D* et al. Mandibular advancement oral appliance therapy for obstructive sleep apnoea: effect on awake calibre of the velopharynx. Thorax 1999; 54: 972 – 977
3 *Lee CH*, *Kim JW*, *Lee HJ* et al. An investigation of upper airway changes associated with mandibular advancement device using sleep videofluoroscopy in patients with obstructive sleep apnea. Arch Otolaryngol Head Neck Surg 2009; 135: 910 – 914
4 *Schmidt-Nowara W*, *Lowe A*, *Wiegand L* et al. Oral appliances for the treatment of snoring and obstructive sleep apnea: a review. Sleep 1995; 18: 501 – 510
5 American Sleep Disorders Association. Practice parameters for the treatment of snoring and obstructive sleep apnea with oral appliances. Sleep 1995; 18: 511 – 513
6 *Sullivan CE*, *Berthon-Jones M*, *Issa FG*. Reversal of obstructive sleep apnoea by continuous positive airway pressure applied through the nares. Lancet 1981; 1: 862 – 865
7 *Ferguson KA*, *Ono T*, *Lowe AL* et al. A randomized crossover study of an oral appliance vs. nasal continuous positive airway pressure in the treatment of mild-moderate obstructive sleep apnea. Chest 1996; 109: 1269 – 1275
8 *Andrén A*, *Hedberg P*, *Walker-Engström ML* et al. Effects of treatment with oral appliance on 24-h blood pressure in patients with obstructive sleep apnea and hypertension: a randomized clinical trial. Sleep Breath 2013; 17: 705 – 712
9 *Phillips CL*, *Grunstein RR*, *Darendeliler MA* et al. Health outcomes of continuous positive airway pressure versus oral appliance treatment for obstructive sleep apnea: a randomized controlled trial. Am J Respir Crit Care Med 2013; 187: 879 – 887
10 *Andrén A*, *Sjöquist M*, *Tegelberg A*. Effects on blood pressure after treatment of obstructive sleep apnoea with a mandibular advancement appliance – a three-year follow-up. J Oral Rehabil 2009; 36: 719 – 725
11 *Yoshida K*. Effect on blood pressure of oral appliance therapy for sleep apnea syndrome. Int J Prosthodont 2006; 19: 61 – 66
12 *Gotsopoulos H*, *Kelly JJ*, *Cistulli PA*. Oral appliance therapy reduces blood pressure in obstructive sleep apnea: a randomized, controlled trial. Sleep 2004; 27: 934 – 941
13 *Phillips CL*, *Grunstein RR*, *Darendeliler MA* et al. Health outcomes of continuous positive airway pressure versus oral appliance treatment for obstructive sleep apnea: a randomized controlled trial. Am J Respir Crit Care Med 2013; 187: 879 – 887
14 *Buchner NJ*, *Quack I*, *Stegbauer J* et al. Treatment of obstructive sleep apnea reduces arterial stiffness. Sleep Breath 2012; 16: 123 – 133
15 *Trzepizur W*, *Gagnadoux F*, *Abraham P* et al. Microvascular endothelial function in obstructive sleep apnea: Impact of continuous positive airway pressure and mandibular advancement. Sleep Med 2009; 10: 746 – 752
16 *Lin CC*, *Wang HY*, *Chiu CH* et al. Effect of oral appliance on endothelial function in sleep apnea. Clin Oral Investig [Epub ahead of print: 2014 Apr 3]
17 *Dal-Fabbro C*, *Garbuio S*, *D'Almeida V* et al. Mandibular advancement device and CPAP upon cardiovascular parameters in OSA. Sleep Breath [Epub ahead of print: 2014 Jan 26]
18 *Anandam A*, *Patil M*, *Akinnusi M* et al. Cardiovascular mortality in obstructive sleep apnoea treated with continuous positive airway pressure or oral appliance: an observational study. Respirology 2013; 18: 1184 – 1190
19 *Eskafi M*, *Cline C*, *Petersson A* et al. The effect of mandibular advancement device on pharyngeal airway dimension in patients with congestive heart failure treated for sleep apnoea. Swed Dent J 2004; 28: 1 – 9
20 *Hoekema A*, *Voors AA*, *Wijkstra PJ* et al. Effects of oral appliances and CPAP on the left ventricle and natriuretic peptides. Int J Cardiol 2008; 128: 232 – 239
21 *Eskafi M*, *Cline C*, *Israelsson B* et al. A mandibular advancement device reduces sleep disordered breathing in patients with congestive heart failure. Swed Dent J 2004; 28: 155 – 163
22 *Kim YK*, *Kim JW*, *Yoon IY* et al. Influencing factors on the effect of mandibular advancement device in obstructive sleep apnea patients: analysis on cephalometric and polysomnographic parameters. Sleep Breath 2014; 18: 305 – 311
23 *Lee CH*, *Kim JW*, *Lee HJ* et al. Determinants of treatment outcome after use of the mandibular advancement device in patients with obstructive sleep apnea. Arch Otolaryngol Head Neck Surg 2010; 136: 677 – 681
24 *Lee CH*, *Jung HJ*, *Lee WH* et al. The effect of positional dependency on outcomes of treatment with a mandibular advancement device. Arch Otolaryngol Head Neck Surg 2012; 138: 479 – 483
25 *Chung JW*, *Enciso R*, *Levendowski DJ* et al. Treatment outcomes of mandibular advancement devices in positional and nonpositional OSA patients. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2010; 109: 724 – 731
26 *Marklund M*, *Persson M*, *Franklin KA*. Treatment success with a mandibular advancement device is related to supine-dependent sleep apnea. Chest 1998; 114: 1630 – 1635
27 American Academy of Sleep Medicine Task Force. Sleep related breathing disorders in adults: recommendations for syndrome definition and measurement techniques in clinical research. Sleep 1999; 22: 667 – 689
28 American Sleep Disorders Association. International classification of sleep disorders, revised: Diagnostic and coding manual. Rochester, Minnesota: American Sleep Disorders Association; 1997
29 *Rechtschaffen A*, *Kales A*. A manual of standardized terminology, techniques, and scoring systems for sleep stages of human subjects. Washington DC: US Government Printing Office; 1968
30 *Penzel T*, *Hajak G*, *Hoffmann L* et al. Empfehlungen zur Durchführung und Auswertung polygraphischer Ableitungen im diagnostischen Schlaflabor. Z. EEG. EMG 1993; 24: 65 – 70
31 *Johns MW*. A new method for measuring daytime sleepiness: The Epworth Sleepiness Scale. Sleep 1991; 14: 540 – 545
32 *McNicholas WT*, *Ryan S*. Obstructive sleep apnoea syndrome: translating science to clinical practice. Respirology 2006; 11: 136 – 144
33 *Kirkness JP*, *Peterson LA*, *Squier SB* et al. Performance characteristics of upper airway critical collapsing pressure measurements during sleep. Sleep 2011; 34: 459 – 467

Dieses Dokument wurde zum persönlichen Gebrauch heruntergeladen. Vervielfältigung nur mit Zustimmung des Verlages.