

# Somnologie

Schlafforschung und Schlafmedizin

Somnology

Sleep Research and Sleep Medicine

Offizielles Organ der DGSM und der ÖGSM • Official Journal of the DGSM and of the ASRA



## Elektronischer Sonderdruck für

## J. Langenhan

Ein Service von Springer Medizin

Somnologie 2013 · 17:174–184 · DOI 10.1007/s11818-013-0630-0

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013

J. Langenhan · M. Thier · U. Bußmeier · S. Rahm · S. Kopp

## Fernröntgenseitenbild in der Therapie der obstruktiven Schlafapnoe

Teil 2: klinische Anwendung als Prädiktor bei intraoralen Protrusionsschienen

Diese PDF-Datei darf ausschließlich für nichtkommerzielle Zwecke verwendet werden und ist nicht für die Einstellung in Repositorien vorgesehen – hierzu zählen auch soziale und wissenschaftliche Netzwerke und Austauschplattformen.

Somnologie 2013 · 17:174–184  
 DOI 10.1007/s11818-013-0630-0  
 Online publiziert: 4. Oktober 2013  
 © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013

J. Langenhan<sup>1</sup> · M. Thier<sup>2</sup> · U. Bußmeier<sup>3</sup> · S. Rahm<sup>4</sup> · S. Kopp<sup>5</sup>

<sup>1</sup> IZS – Idsteiner Zentrum Zahnärztliche Schlafmedizin, Idstein

<sup>2</sup> Praxis für Kieferorthopädie Dr. Thier, Rödermark

<sup>3</sup> Zahntechnik U. Bußmeier, Greven

<sup>4</sup> IZS – Idsteiner Zentrum Zahnärztliche Schlafmedizin, Idstein

<sup>5</sup> Zentrum der Zahn-Mund- und Kieferheilkunde (Carolinum), Poliklinik für Kieferorthopädie, J.W.-Goethe-Universität, Frankfurt a. M.

# Fernröntgenseitenbild in der Therapie der obstruktiven Schlafapnoe

## Teil 2: klinische Anwendung als Prädiktor bei intraoralen Protrusionsschienen

**Gegenwärtig findet das Fernröntgenseitenbild (FRS) in der Therapie der obstruktiven Schlafapnoe (OSA) mit intraoralen Protrusionsschienen (IPS) nur wenig Beachtung. Das FRS könnte aber zukünftig einen Platz in der Reihe der bildgebenden Prädiktoren des Therapieerfolgs einnehmen, die mit praxishohem Aufwand erhoben werden können. Hierzu muss sich sein prädiktiver Wert in der klinischen Anwendung bewähren.**

### Hintergrund

Die Validität von FRS in der Therapie der OSA mithilfe von IPS darf den Ergebnissen des 1. Teils dieser Beitragsserie nach als gesichert gelten. Es wurde darüber hinaus die Notwendigkeit zur röntgenologischen Untersuchung am liegenden Patienten belegt.

Im vorliegenden 2. Teil werden:

- die spezielle Röntgenmethodik zusammengefasst,
- das Vorgehen bei der „relativen Zephalometrie“ dargestellt und

- die klinische Anwendung des FRS bei der Prognostizierung des Schieneneffekts in der OSA-Therapie demonstriert.

Die Methode der „relativen Zephalometrie“ wurde für die spezielle Indikation der FRS in der OSA-Diagnostik entwickelt. Bei diesem Verfahren werden am liegenden Patienten je ein FRS in einer (1) retralen und (2) protrusiven Unterkieferposition vorgenommen, zephalometrisch vermessen und beide Messergebnisse miteinander verglichen. Von diagnostischem Interesse sind ausschließlich die relativen metrischen Änderungen im Bereich des PAS-TgO und die „hyoid shift“, die sich bei der Änderung der retralen Unterkieferposition zur therapeutischen Protrusion feststellen lassen. Absolute Zephalometriewerte sind in der IPS-Diagnostik nicht relevant. In der Literatur ist nur eine Quelle zu finden, die eine vergleichende Zephalometrieauswertung anwendet [2]. Die „relative Zephalometrie“ des liegenden untersuchten Patienten erfüllt alle klinischen Anforderungen in der OSA-Diagnostik, kann nur in diesem Modus erfolgen und ist gegenüber einstelltechnischen

und analysebedingten Fehlerquellen sehr störunanfällig.

Klinisch entscheidend und von besonderer praktischer Relevanz ist es jedoch, wie die auf diese Weise ermittelten FRS-Parameter bewertet werden können. Die Autoren betrachten FRS-Befunde als einen Teil eines Komplexes von Prädiktoren, der in seiner Gesamtheit wirksam ist und den individuellen Schieneneffekt auf die OSA beeinflusst. Aktuell werden von den Autoren (1) externe und interne HNO-Befunde, (2) der Body-Mass-Index (BMI), (3) der FRS-Befund, (4) der OSA-Schweregrad sowie (5) der Funktionsbefund des Kiefergelenks und der Gebisstyp als primäre Koprädiktoren erhoben und in ihrer Komplexität bewertet. Das wechselseitige Zusammenspiel und die gegenseitige Beeinflussung aller Teilfaktoren müssen bei jedem IPS-Fall individuell gewichtet werden. Nur auf diese Weise kann eine weitgehend stabile Prognosestellung zum IPS-Effekt erreicht werden. Diverse Kasuistiken verdeutlichen diese komplexe Funktionalität und demonstrieren die praktische Anwendung des Komplexes aller OSA-relevanten Prädiktoren.

## Infobox 1

### Protokoll der Röntgenaufnahmetechnik beim FRS in liegender Patientenposition

1. Es werden 2 Fernröntgenseitenbilder am liegenden Patienten vorgenommen: in Retralposition und in protrusiver Position des Unterkiefers. Standardbezeichnung in klassischer Radiologie für diese Schädelaufnahme: „Schädel seitlich angestellt“
2. *Kontrastmittelverabreichung* vor dem Röntgen zur Weichteildarstellung (*Kontrastmittel*, z. B. Micropaque® Flüssig, Fa. Guebert GmbH, Sulzbach). Patient sollte das Kontrastmittel auch schlucken.
3. Das *Schlucken* während des Röntgens muss durch klare Anweisungen vonseiten der medizinisch-technischen Radiologieassistentin (MTR) *vermieden* werden.
4. Kurze *Durchleuchtung* zur Optimierung der Einstelltechnik ist essenziell (■ **Abb. 1a,b**, ■ **Abb. 2a,b**).
5. Es muss grundsätzlich eine *identische Referenz* bekannter Größenordnung auf beiden Bildern abgebildet sein. Die Autoren verwenden ein auf der Kinnregion befestigtes 2-EUR-Stück (Durchmesser: 2,57 cm).
6. Der Fokus-Objekt-Abstand soll größtmöglich sein, ist apparatbedingt jedoch meist auf 1,40 m begrenzt. Da auf beiden Röntgenaufnahmen die gleichen Verzeichnungen vorliegen und referenzgestützt in die zephalometrische Auswertung einfließen, ist das praktisch für die Methodik irrelevant.
7. Die *Zentrierung* des Zentralstrahls soll auf den *Kieferwinkel* erfolgen, und die Medianebene sollte streng *parallel* zur Filmebene positioniert verlaufen.
8. Zu wählendes Röntgenprogramm: Unterschenkel (50 kv), bei kräftigeren Patienten evtl. auch Schulterprogramm (60 kv).
9. Es müssen üblicherweise alle *nichtfixierten Metalle* (Halsketten, Ohrhinge, Hörgeräte, herausnehmbare Prothesen) entfernt werden; die Hals- und Kieferregion muss komplett frei sein.
10. Die *Einblendung* sollte *nicht zu klein* und immer so erfolgen, dass eine vollständige, konventionelle Zephalometrie (z. B. aus kieferorthopädischen Gründen) möglich ist.  
Das bedeutet Begrenzung  
kranial: Orbita mit vollständiger Erfassung des Nasenrückens,  
kaudal: vollständige Hyoidereffassung,  
dorsal zumindest hälftige Darstellung der Halswirbelsäule und ventral: Weichteilschatten des Nasenrückens und des Kinns.

## Infobox 1 (Fortsetzung)

11. Es sollten keine wesentlichen Lageveränderungen des Patientenkopfes zwischen beiden Röntgenaufnahmen erfolgen. Der Patient hält vor der ersten Aufnahme das Protrusionsregistrar bereits in der Hand bereit. Durch die Kurzdurchleuchtung ist dieser Aspekt inzwischen weniger bedeutend.
12. Es ist wichtig, dass die Radiologie *großformatige Röntgenbilddrucke* liefert (43×35 cm), da die Genauigkeit der Zephalometrie dadurch sehr positiv beeinflusst wird. Die Veränderungen zwischen beiden Röntgenaufnahmen bewegen sich überwiegend im einstelligen Millimeterbereich.
13. Die *CD-Archivierung* erleichtert die Digitalisierung im OnyxCeph<sup>3™</sup> sehr und ist heute Standard. Die Bearbeitung der Aufnahmen kann durch den Radiologen z. B. mit dem Picture Archiving and Communication System (PACS), der Ausdruck der MV300-Ausdrucke über Trockenlaser erfolgen.

*Cave:* Die kursiv markierten Protokollaspekte sind im Interesse der perfekten Befundungsqualität von FRS obligat.

## „Relative Zephalometrie“

### Röntgentechnik

Fernröntgenseitenbilder werden immer am liegenden Patienten vorgenommen (■ **Infobox 1**). Grundsätzlich erforderlich sind je ein FRS in Retralposition des Unterkiefers bei entspannter Rücklage des Unterkiefers bei moderater Mundöffnung und in einer therapeutischen Protrusion.

Die Retralposition wird manipulationsfrei bei sehr moderater Mundöffnung vorgenommen. Zur Vermeidung einer ungewollt eingenommenen Interkuspitationsposition (IKP) während des Röntgens wird empfohlen, diese Position mit einer Silikonfixierung zu sichern. Die Protrusion wird nach klinischen Aspekten (Gebisstyp und Kiefergelenkmobilität) in moderater Protrusion eingestellt und ebenfalls verschlüsselt. Auch die Bissregistrierungen erfolgen am liegenden Patienten.

Insbesondere die kurze Durchleuchtung ist entscheidend für eine perfekte

Hier steht eine Anzeige.



einzeltechnische Bildqualität. Es geht immer um möglichst identische Überlagerung der Unterkieferäste bei möglichst jeder Röntgenuntersuchung. Mängel in der Einstelltechnik können im Einzelfall zur eingeschränkten oder fehlenden Beurteilbarkeit führen. Das ist in der Regel nicht kompensierbar, da Wiederholungsuntersuchungen aus Gründen des Aufwands und der Strahlenhygiene unmöglich sind.

Auf beiden FRS müssen die horizontalen und v. a. die vertikalen Unterkieferäste deckungsgleich dargestellt sein. Anderenfalls zwingen Doppelstrukturen, die weiter von der Medianebene entfernt liegen, zur Mittellung in der Zephalometrie. Ein Negativbeispiel dieser fehlenden Deckungsgleichheit, die eine Folge der fehlenden Durchleuchtung ist, wird in den **Abb. 1a,b** und gezeigt. Da es in der zahnärztlichen Somnologie vorrangig um die Beurteilung des „posterior airway space“ (PAS) geht, der in der transversalen Ebene erfasst wird, sind Doppelstrukturen im Bereich des aufsteigenden Unterkieferasts besonders gravierend. Bei der Vermessung dieses PAS-Index geht es regelmäßig um geringgradige Dimensionsänderungen im Millimeterbereich, sodass sich Mittelungen in der Vertikalen besonders fehlerträchtig auswirken können. Die Kurzdurchleuchtung ist deshalb der essenziellste Teil dieser Röntgenmethode, da er eine 100%ige Verwertbarkeit der FRS-Untersuchungen ermöglicht.

Mit der Durchleuchtung, einem in der Radiologie absolut gängigen Verfahren, ist die medizinisch-technischen Radiologieassistentin (MTR) in der Lage, diese Deckungsgleichheit sicher zu erreichen. Die **Abb. 2a,b** zeigen Befunde, die den diagnostischen Erfordernissen vollständig entsprechen.

Zur rechtfertigende Indikation nach § 23 der Verordnung über den Schutz vor Schäden durch Röntgenstrahlen (RöV):

*Somnologische Diagnostik bei SBAS ICD-10: G-47.31 (OSAS), G-47.38 (RERAS)*

*Die Schädelaufnahmen dienen der (vergleichenden) diagnostischen Vermessung im PAS-Bereich bei retraler und protrusiver Unterkieferstellung vor einer Therapie mit intraoralen Protrusionsschienen. Keine andere bildgebende Methodik lässt ak-*

Somnologie 2013 · 17:174–184 DOI 10.1007/s11818-013-0630-0  
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013

J. Langenhan · M. Thier · U. Bußmeier · S. Rahm · S. Kopp  
**Fernröntgenseitenbild in der Therapie der obstruktiven Schlafapnoe. Teil 2: klinische Anwendung als Prädiktor bei intraoralen Protrusionsschienen**

**Zusammenfassung**

Der vorliegende 2. Teil des Beitrags stellt eingangs das vollständige Protokoll zur Röntgenaufnahmetechnik des Fernröntgenseitenbilds (FRS) in liegender Position des Patienten dar, beschreibt die Zephalometriemethode mit FRS in retraler und protrusiver Unterkieferstellung („relative Zephalometrie“) und demonstriert die klinische Anwendung des FRS als Teilprädiktor in der Therapie der obstruktiven Schlafapnoe (OSA) mithilfe von intraoralen Protrusionsschienen (IPS). Als relevante Prädiktoren dürfen aktuell innere und äußere Hals-Nasen-Ohren(HNO)-Befunde, der Body-Mass-Index (BMI), der OSA-Schweregrad sowie der Funktionsbefund des Kiefergelenks und der Gebisstyp gelten. Anhand protokollierter Patientenfälle wird bespro-

chen, wie der Einzelprädiktor „FRS“ im Komplex dieser OSA-begünstigenden Faktoren eingeordnet werden muss, um eine hohe prognostische Sicherheit erreichen zu können. Die Kasustiken belegen die praktische Bedeutung der ermittelten Befunde aus der „relativen Zephalometrie“. Das FRS kann hierbei nur ein Teilfaktor sein; es ist allerdings aktuell auch der einzige bildgebende Prädiktor für die Prognosestellung des IPS-Effekts in der Therapie der OSA. Ausschlaggebend ist somit die abschließende Bewertung aller OSA-Prädiktoren als komplexe Einheit.

**Schlüsselwörter**

HNO · Gebisstyp · OSA · Mallampati-Score · Kiefergelenk

**Lateral cephalometric X-ray in the therapy of obstructive sleep apnea. Part 2: clinical application as predictor for intraoral advancement splints**

**Abstract**

The second part of this article initially summarizes the complete protocol for the lateral cephalometric X-ray imaging technique with the patient in a supine position, describes the cephalometric method in retral and advanced mandibular positions (relative cephalometry) and demonstrates the clinical application of the lateral cephalometric X-ray as a partial predictor in the therapy of obstructive sleep apnea (OSA) with intraoral advancement splints (IPS). Relative predictors are currently internal and external otorhinolaryngeal findings, body mass index (BMI), severity grade of OSA and functional findings of the temporomandibular joint and bite type. Based on documented patient case studies it will be discussed how the single predictor lat-

eral cephalometric X-ray should be assigned in this complex of OSA favorable methods in order to be able to achieve a higher prognostic certainty. The case studies confirm the practical importance of the results obtained from relative cephalometry and in this context the lateral cephalometric X-ray can only be a partial factor but is also, however, currently the only imaging predictor for the prognosis of the IPS effects in the therapy of OSA. Decisive is, therefore, the final assessment of all OSA predictors as a complex unit.

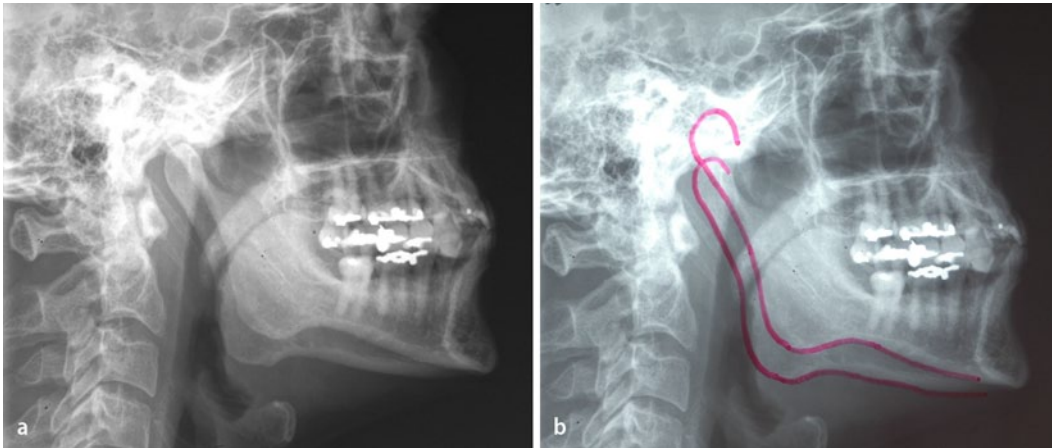
**Keywords**

Otorhinolaryngology · Bite type · OSA · Mallampati score · Temporomandibular joint

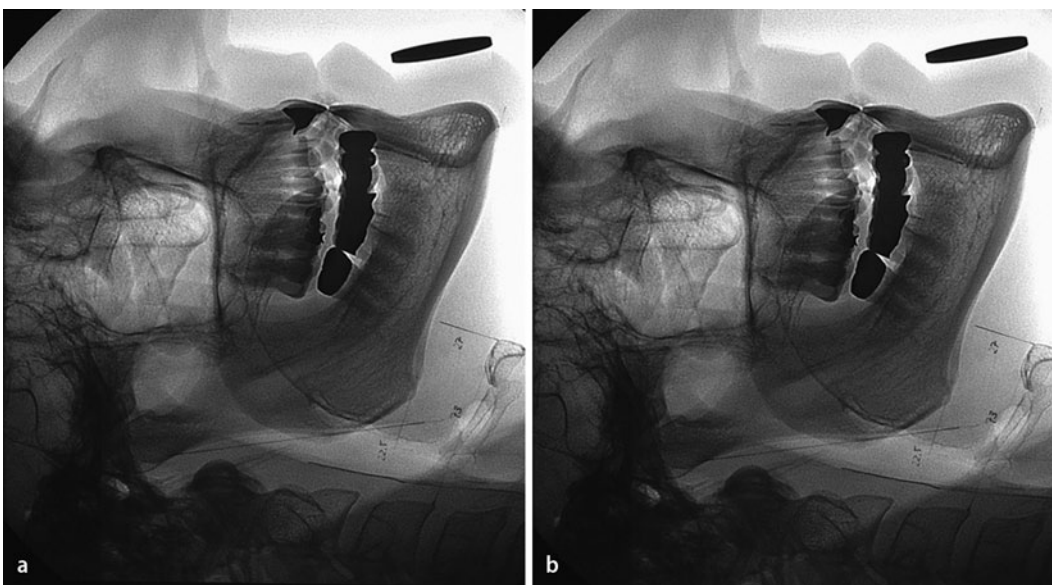
*tuell diesbezügliche Aussagen ohne erheblichen Aufwand (DVT, CT, MRT) und/oder Strahlenbelastung (CT, DVT) zu.*

Die zu erwartende Strahlenbelastung besitzt nach radiologischen Messungen ein Dosisflächenprodukt von 0,1–0,2 Gy/cm<sup>2</sup> zuzüglich einer variablen und geringgradigen Dosis für die kurzzeitige Durchleuchtung. Diese Strahlenbelastung liegt

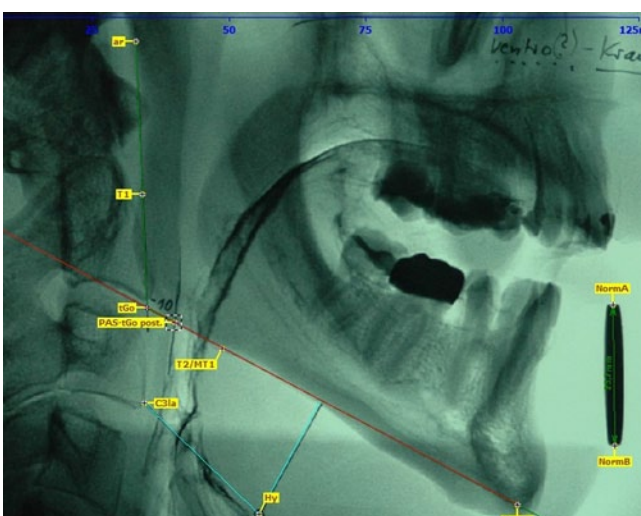
unterhalb der Dosis einer Thoraxuntersuchung in 2 Ebenen. So gefertigte FRS sind aus den genannten Gründen aktuell konkurrenzlos, da Nutzen, Aufwand und Risiko ausgewogen erscheinen. Es handelt sich um eine befundbezogene Untersuchung, die die Indikation zu einer vitalen Therapie mit nichtbestreitbarem Kostenaufwand beeinflusst.



**Abb. 1** ◀ **a, b** Fernröntgenseitenbild mit unzureichender Einstelltechnik ohne Durchleuchtung (nicht-überlagerte Unterkieferäste sind rot markiert)



**Abb. 2** ◀ Beispiel eines Fernröntgenseitenbilds in retraler und protrusiver Unterkieferpositionierung mit perfekter Einstelltechnik mit Durchleuchtung „Praxismethode“: **a** liegender Patient in Retrusion, **b** liegender Patient mit Protrusionsregistrat



**Abb. 3** ◀ Somnologisch relevante Punkte und Strecken in der Zephalometrie: digitalisierter Modus (Erklärung: Tab. 1)

## Methode

In der OSA-Diagnostik wird die zephalometrische Auswertung der FRS in retraler und protrusiver Unterkieferlage mit Punkten und Strecken vorgenommen. Die Autoren verwenden für diese „relative Zephalometrie“ ein reduziertes Protokoll somnologisch relevanter Punkte und Linien; diese sind in **Tab. 1** und **Abb. 3** zusammengestellt (Anhang).

Die bekannte Referenz (hier: 2-EUR-Stück auf Kinnregion geheftet, mit bekanntem Durchmesser von 2,57 mm) gleicht einstelltechnisch bedingte Bild-differenzen beim Vergleich beider FRS sicher aus.

Ein Vorzug der „relativen Zephalometrie“ wird mit folgender Kasuistik belegt. Im ausgewählten Fall wird bei retraler Unterkieferlage die vertikale Strecke Gn-T1

**Tab. 1** Verwendete Parameter und Abkürzungen der Fernröntgenseitenbildfolgestudie

Essenzielle somnologische Parameter in der Zephalometrie	
C3	Kaudalster und anteriorster Punkt des 3. Halswirbels
H	Kranialster und anteriorster Punkt des Zungenbeins
Gn	Gonionpunkt
T1	Punkt am aufsteigenden Unterkieferast
T2	Punkt an der Mandibulabasis
Ar	Argonpunkt
Rachenhinterwand	Kontrastmittelverstärkte Wiedergabe des Schattens der dorsalen Pharynxwand
PAS-TgO	„Posterior airway space“ Anatomisch: Region des hinteren Zungenraumes im Mesopharynx auf Höhe der Unterkieferbasis (horizontaler Unterkieferast)
C3-H	Strecke, die sich aus der Verbindung der Punkt C3 und H ergibt
H-Gn/Tgo	Strecke, die sich aus der Verbindung des C3 und der Verbindungstrecke von Gn und T2 ergibt
„Hyoid shift“	Shift des Hyoids in protrusiver Einstellung, die im Vergleich zur Unterkieferrücklage im Fernröntgenseitenbild erfolgt und vermessen werden kann (Abstand zur Halswirbelsäule und zur Unterkieferbasis)

**Tab. 2** Bewertung der PAS-Öffnung im FRS

Öffnung des PAS-TgO im FRS (relative Zephalometrie)	
PAS-Öffnung <i>unzureichend</i>	Keine/bis 50%
PAS-Öffnung <i>unsicher</i>	50–100%
PAS-Öffnung <i>sicher</i>	Über 100%

FRS Fernröntgenseitenbild, PAS „posterior airway space“.

optisch dorsal der Rachenhinterwand wiedergegeben. Mit der „relativen Zephalometrie“ können auch solche Konstellationen im FRS zuverlässig interpretiert und klinisch nutzbar gemacht werden. Die **Abb. 4a,b** und **5** zeigen die Befundung des Patientenfalls, diesmal im manuellen Modus.

Die „relative Zephalometrie“ ermittelte für diesen Fall eine Erweiterung des PAS-TgO um +230% (von –10 mm nach +13 mm=23 mm). Die Hyoid shift, die bei der Unterkieferverlagerung von der retralen in die protrusive Unterkieferstellung eintritt, erfolgt in ventrokraniale Richtung (**Tab. 2**).

Aktuell können die Autoren die in **Tab. 2** (Anhang) aufgeführte aktuelle Empfehlung für die Bewertung der Endergebnisse der relativen Zephalometrie geben.

## Kasuistiken

Die vollständig protokollierte Kasuistiken, die nachfolgend besprochen werden, zeigt **Abb. 6**.

Ergänzend werden zu jedem Fall der individuelle Prädiktoren-Score aufge-

schlüsselt (**Abb. 7, 8, 9, 10, 11**). Dies ist die Grundlage der Prognostizierung des zu erwartenden Effekts in der praktischen IPS-Therapie der OSA. Berücksichtigt werden hierbei die folgenden Faktoren, die praktisch relevant, klinisch problemlos und sicher zu erheben sind: äußere (Halslänge) und innere HNO-Befunde (Mallampati-Score), BMI, FRS-Befund, OSA-Schweregrad vor IPS-Therapie und Funktionsbefund des Kauapparats (Limitationen des Kauapparats bei Mundöffnung, Protrusion, bei Gelenkspieltechniken und im Bereich der suprahyoidalen Muskulatur).

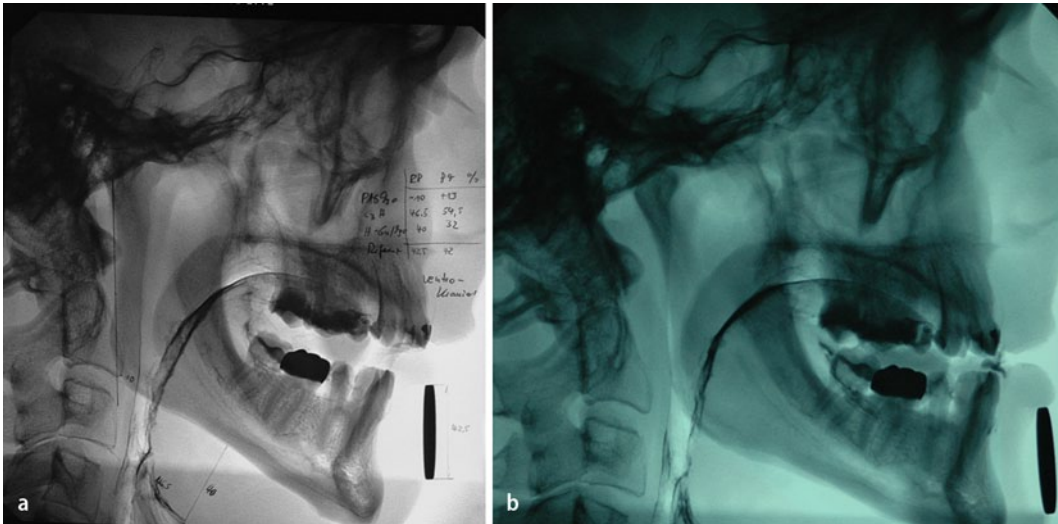
### Fall 1: sehr gute PAS-Öffnung im FRS bei günstigem Prädiktorenkomplex

Bei Fall 1 liegt vor Schienentherapie eine mittelgradige OSA (AHI =21/h, ODI =9/h) bei hohem Schnarchanteil (SI =46%) vor. Der kausal wichtige BMI (25 kg/m<sup>2</sup>) und die Halslänge (von Klavikula zum Kieferwinkel gemessen =11 cm) sind als sehr günstig zu bewerten. Es liegt allerdings ein Mallampati-Score von 3 vor. Aufgrund der individuell sehr aus-

geprägten PAS-Öffnung von 0 mm (in der Retralposition des Unterkiefers) auf 12 mm (in Protrusion), die rechnerisch einer Erweiterung um 1100% entspricht, kann eine sehr gute Prognose für die Schienentherapie von 90% (**Abb. 7**) gestellt werden. In diesem Fall eines nichtlimitierten Tiefbisses wurde die bimaxilläre Schiene BußLa® verwendet. Die Prognose wird durch die polygraphische Nachkontrolle vollständig bestätigt (AHI =3/h, ODI =4/h; **Abb. 6**). Auch das Schnarchen wird durch die IPS komplett von 46 auf 1% der Schlafzeit abgestellt. Das subjektive Befinden des Patienten bessert sich deutlich; der Score in der Epworth Sleepness Scale (ESS) wird von 16 auf 8 reduziert. Insgesamt ist dies ein ganz eindeutig erfolgreich durch IPS behandelter OSA-Patient, bei dem allerdings auch eine sehr günstige Prädiktorenkonstellation vorliegt und die sichere Prognosestellung vor der Therapie vergleichsweise leicht fällt.

### Fall 2: gute PAS-Öffnung im FRS bei ungünstigem Prädiktorenkomplex

Bei diesem leichtgradigen OSA-Fall ohne Schnarchen (AHI =11/h, ODI =7/h, SI =0%) liegen ausgeprägte OSA-begünstigende Faktoren vor: hoher BMI von 35 kg/m<sup>2</sup>, kurzer Hals (10 cm) mit ungünstigem Mallampati-Score 4 und hypomobile Kiefergelenke (**Abb. 6**). Die PAS-Öffnung im FRS erscheint bei nachweislicher ventrokraniale Hyoid shift zwar als durchaus vielversprechend (109%). Eine Überbewertung des FRS-Befunds im Umfeld solcher Risikofaktoren führt jedoch zumeist zu einer fehlerhaften Prognosestellung des Schieneneffekts. Die gebotene Zurückhaltung schlägt sich in einem Prädiktoren-Score von nur 45% nieder (**Abb. 8**). Die Kontrollpolygraphie zeigt wenig überraschend eine unbefriedigende Reduzierung des Aussetzerindex von 11/h auf 7/h und ist bestenfalls als Teilerfolg zu bewerten, auch wenn der ODI mit 5/h den geforderten Referenzbereich erreicht. Die eingeschränkte Gelenkmobilität gibt beim vorliegenden Tiefbissen den Ausschlag für die Anwendung der bimaxillären Schiene BußLa®. Diese Kasuistik zeigt, dass der FRS-Befund nur ein Kofaktor einer systematischen Prädiktorensystematik sein kann und – wie jeder



**Abb. 4** ◀ Kasuistik mit imaginären Zephalometriewerten: **a** retrale Unterkieferlage, **b** protrusive Unterkieferlage

Manueller Modus	PAS-TgO (mm)	C3-H (mm)	H-Gn/TgO (mm)	Referenz (mm)
FRS 1: retral (RP1)	-10	46,5	40	42,5
FRS 2: Protrusion (PT1)	+13	54,5	32	42
PAS-Erweiterung (mm/%)	23/+230			
"Hyoid shift"		Ventrokranial		

FRS Fernröntgenseitenbild, PAS "posterior airway space".

**Abb. 5** ◀ Kasuistik bei Bildwiedergabe mit imaginären Zephalometriewerten aus **Abb. 4 a,b**: Befundungsergebnis der relativen Zephalometrie im manuellen Modus

Fall	♂/ ♀	Befund vor IPS				FRS-Befund		BMI (kg/m <sup>2</sup> )	Halslänge (cm)	Mallampati -Score	IPS-Typ	Prädiktoren -Score (%)	Befund nach IPS			
		AHI	ODI	SI	ESS	PAS-Erw. (%)	"Hyoid shift"						AHI	ODI	SI	ESS
1	♀	21/h	9/h	46	16	1100	Ventrokranial	25	11	3	BußLa®	90	3/h	4/h	1	8
2	♂	11/h	7/h	0	3	109	Ventrokranial	35	10	4	BußLa®	45	7/h	5/h	2	6
3	♀	14/h	10/h	0	15	62,50	Ventrokranial	22	14	1	Schäfla®	85	3/h	3/h	0	7
4	♂	13/h	18/h	75	5	50	Kranial	50	10	3	Schäfla®	50	6/h	9/h	1	5
5	♂	8/h	10/h	7	15	0	Keine	32	10	4	Schäfla®	20	13	14/h	4	11

AHI Apnoe-Hypopnoe-Index, BMI Body-Mass-Index, ESS Epworth Sleepness Scale, FRS Fernröntgenseitenbild, IPS intraorale Protrusionsschiene, ODI Oxygen-Desaturation-Index, PAS-Erw. Erweiterung des "posterior airway space", SI Schnarchindex (Dauer der Schnarchperioden während der Ruhezeit in Prozent).

**Abb. 6** ▲ Kasuistiken zur Prädiktorensystematik

andere Prädiktor auch – nicht isoliert be- und überbewertet werden darf. Es zeigt sich auch, dass die Leichtgradigkeit einer OSA allein keineswegs und a priori mit einer guten Prognose der IPS-Therapie gleichzusetzen ist.

### Fall 3: fragliche PAS-Öffnung im FRS bei günstigem Prädiktorenkomplex

Bei dieser Patientin mit leichtgradiger OSA (AHI =14/h, ODI =10/h) ohne Schnarchsymptomatik ergibt die rela-

tive Zephalometrie zwar einen unsicheren Befund mit einer nur mäßigen PAS-Öffnung von 62,5% bei ventrokaudaler Hyoid shift (■ **Abb. 6**). Dies darf jedoch teilweise auch darauf zurückgeführt werden, dass die eingestellte therapeutische Pro-

## Schwerpunkt

1. Fall	Risiko			Score: 90 %
	Hoch	Mittel	Gering	
Hals-Nase-Ohren-Befunde	Ausgeprägt	Mittelgradig	Gut	0-10-25
Body-Mass-Index (kg/m <sup>2</sup> )	Ab 30	Bis 30	Bis 25	0-10-25
Fernröntgenseitenbild (PAS-Öffnung)	Keine (<50 %)	Unsicher (50-80 %)	Sicher (>80 %)	0-10-20
OSA-Schweregrad	Über 30	15-30	Bis 15	0-10-20
KG-Funktion	Limitiert	Gering limitiert	Unlimitiert	0-5-10

KG Kiefergelenk, PAS "posterior airway space", OSA obstruktive Schlafapnoe.

Abb. 7 ▲ Prädiktoren-Score zum Fall 1

Fall 2	Risiko			Score: 45 %
	Hoch	Mittel	Gering	
Hals-Nase-Ohren-Befunde	Ausgeprägt	Mittelgradig	Gut	0-10-25
Body-Mass-Index (kg/m <sup>2</sup> )	Ab 30	Bis 30	Bis 25	0-10-25
Fernröntgenseitenbild (PAS-Öffnung)	Keine (unter 50 %)	Unsicher (50-80 %)	Sicher (über 80 %)	0-10-20
OSA-Schweregrad	Über 30	15-30	Bis 15	0-10-20
KG-Funktion	Limitiert	Gering limitiert	Unlimitiert	0-5-10

KG Kiefergelenk, PAS "posterior airway space", OSA obstruktive Schlafapnoe.

Abb. 8 ▲ Prädiktoren-Score zum Fall 2

Fall 3	Risiko			Score: 85 %
	Hoch	Mittel	Gering	
Hals-Nase-Ohren-Befunde	Ausgeprägt	Mittelgradig	Gut	0-10-25
Body-Mass-Index (kg/m <sup>2</sup> )	Ab 30	Bis 30	Bis 25	0-10-25
Fernröntgenseitenbild (PAS-Öffnung)	Keine (unter 50 %)	Unsicher (50-80 %)	Sicher (über 80 %)	0-10-20
OSA-Schweregrad	Über 30	15-30	Bis 15	0-10-20
KG-Funktion	Limitiert	Gering limitiert	Unlimitiert	0-5-10

KG Kiefergelenk, PAS "posterior airway space", OSA obstruktive Schlafapnoe.

Abb. 9 ▲ Prädiktoren-Score zum Fall 3



Fall 4	Risiko			Score: 50 %
	Hoch	Mittel	Gering	
Hals-Nase-Ohren-Befunde	Ausgeprägt	Mittelgradig	Gut	0-10-25
Body-Mass-Index (kg/m <sup>2</sup> )	Ab 30	Bis 30	Bis 25	0-10-25
Fernröntgenseitenbild (PAS-Öffnung)	Keine (unter 50 %)	Unsicher (50–80 %)	Sicher (über 80 %)	0-10-20
OSA-Schweregrad	Über 30	15–30	Bis 15	0-10-20
KG-Funktion	Limitiert	Gering limitiert	Unlimitiert	0-5-10

KG Kiefergelenk, PAS "posterior airway space", OSA obstruktive Schlafapnoe.

**Abb. 10** ▲ Prädiktoren-Score zum Fall 4

trusion von den Autoren grundsätzlich und so auch in diesem Fall möglichst moderat erfolgt, um die Compliance des Patienten nicht zu gefährden und um eine Titrationsreserve zu behalten. Alle anderen Kofaktoren sind als günstig einzustufen: BMI 22 kg/m<sup>2</sup>, langer Hals (14 cm) bei Mallampati-Score 1 und nur geringgradige Kiefergelenklimitierung. Folgerichtig kann eine gute Prognose gestellt werden (Prädiktoren-Score: 85%; **Abb. 9**). Hier erfolgt beim vorliegenden Normalbiss wegen der geringgradigen Hypomobilität des Kauapparats die Versorgung mit der unimaxillären Schiene Schäfla®, die eine sehr geringe, technisch bedingte vertikale Bissperrung gewährleistet. Das Ergebnis der Schlafaufzeichnung zur Kontrolle der IPS-Therapie zeigt tatsächlich den erwarteten guten Schieneneffekt: AHI =3/h, ODI =3/h und SI =0%. Zudem – und klinisch bedeutsamer – tritt eine deutliche Verbesserung des subjektiven Befindens der Patientin als Folge der erfolgreichen Schie-

nentherapie auf; ihr ESS kann von ehemals 15 auf 7 reduziert werden. Wie im vorherigen Fall zeigt sich auch hier, dass eine isolierte FRS-Betrachtung nicht ziel führend ist. In diesem Fall liegt allerdings auch ein sehr günstiges Prädiktoren umfeld vor, das die fragliche PAS-Öffnung in der Bildgebung relativiert.

#### Fall 4: fragliche PAS-Öffnung im FRS bei ungünstigem Prädiktorenkomplex

Bei diesem leichtgradigen OSA-Fall (**Abb. 6**: AHI =13, ODI =18) steht ein Risikofaktor ganz besonders im Vordergrund: der extrem hohe BMI von 50 kg/m<sup>2</sup>. Auch der Anteil des Schnarchens ist mit 75% der Schlafzeit sehr hoch. Hinzu kommen ungünstig einzustufende HNO-Faktoren (kurzer Hals von 10 cm bei einem Mallampati-Score 3). Da auch die im FRS feststellbare PAS-Öffnung nur 50% beträgt und somit nicht gesichert

erscheint, muss eine mäßige Prognose für den zu erwartenden Schieneneffekt von 50% gestellt werden (**Abb. 10**). Die Schientherapie wurde wegen einer Phobie und jahrelanger, vergeblicher Versuche der Körpergewichtsreduktion dennoch durchgeführt. Die Therapie mit der unimaxillären Schiene Schäfla® erfolgte im Hinblick auf den limitierten Kopfbiss und die Compliance korrekt. Das Ergebnis der kontrollierenden Schlafaufzeichnung zeigt einen Teilerfolg im Bereich der OSA (AHI =6/h und ODI =9/h). Bemerkenswert ist die drastische Reduktion des Schnarchens von 75 auf 1% der Schlafzeit, was nicht nur vom Schlafpartner, sondern auch vom Patienten selbst als besonderer Behandlungserfolg gewertet wird, da er noch keine ausgeprägte Tagesschläfrigkeit angibt (ESS vor und nach Therapie: 5). Insgesamt darf in diesem Fall durchaus von einem guten Behandlungserfolg gesprochen werden, da ein rein Score-orientiertes Denken generell unangebracht

Hier steht eine Anzeige.

Fall 5	Risiko			Score: 20 %
	Hoch	Mittel	Gering	
Hals-Nase-Ohren-Befunde	Ausgeprägt	Mittelgradig	Gut	0-10-25
Body-Mass-Index (kg/m <sup>2</sup> )	Ab 30	Bis 30	Bis 25	0-10-25
Fernröntgenseitenbild (PAS-Öffnung)	Keine (unter 50 %)	Unsicher (50–80 %)	Sicher (über 80 %)	0-10-20
OSA-Schweregrad	Über 30	15–30	Bis 15	0-10-20
KG-Funktion	Limitiert	Gering limitiert	Unlimitiert	0-5-10

KG Kiefergelenk, PAS "posterior airway space", OSA obstruktive Schlafapnoe.

Abb. 11 ▲ Prädiktoren-Score zum Fall 5

ist und die subjektive Beurteilung des Patienten auch maßgebend ist.

### Fall 5: fehlende PAS-Öffnung bei ungünstigem Prädiktorenkomplex

Der letzte Fall betrifft einen Patienten mit leichtgradiger OSA (AHI =8/h und ODI =10/h) bei ausgesprochener CPAP-Intoleranz (CPAP: „continuous positive airway pressure“), die in Kombination mit einer ausgeprägten Tagesschläfrigkeit (ESS =15) die einzig legitime Indikation zu einem Versuch der Schienentherapie darstellt (■ Abb. 6). Durchgängig alle prädisponierenden Kofaktoren für die OSA sind initial als bedenklich einzustufen (HNO-Befund extern und intern, BMI hoch, deutlich hypomobiles Kiefergelenk). Auch das FRS zeigt eine fehlende PAS-Öffnung und einen Hyoid shift an. Die respiratorischen Werte verschlechterten sich unter der Schienentherapie sogar noch weiter (Kontrollpolygraphie: AHI =13/h und ODI =14/h). Bei Fällen dieser Art ist das nicht selten zu konstatieren. Das Hilfsmittel „intraorale Protrusionsschiene“ kann in einem ausgeprägt kontraproduktiv wirksamen Prädiktoren-umfeld auch bei einer leichtgradigen OSA nur wenig erfolgreich sein. Die Verbesserung des ESS von 15 auf 11 ist in diesem Fall weder erklärbar noch ausschlaggebend, da der Patient auch mit der Schiene nicht zufrieden war.

Dieser Fall belegt, da es in diesem Beitrag um die zentrale Frage der Zuverlässigkeit einer Prognosestellung im Vorfeld

der IPS-Therapie geht. Es handelt sich zweifellos um einen kompletten Misserfolg in der Schienentherapie. An dieser Stelle ist jedoch entscheidend, dass mit der angewendeten Prädiktorensystematik die schlechte Prognose vorab korrekt prognostiziert wurde (■ Abb. 11).

### Diskussion

Es ist essenziell, dass FRS in der Diagnostik der OSA-Therapie mit IPS valide Ergebnisse liefern. Es steht für die Autoren zudem außer Frage, dass FRS am liegenden Patienten erfolgen müssen. Die grundsätzliche Eignung des FRS in der IPS-Therapie der OSA darf somit als gesichert angesehen werden.

Die beschriebene Methode der „relativen Zephalometrie“ von FRS in liegender Position ist nach Autorenansicht der geeignete Weg, um 2 basale methodische Ansätze zusammenzuführen: die „relative Zephalometrie“ am liegenden Patienten. Da der Wert der absoluten Zephalometrie für die somnologische Fragestellung bei IPS generell verneint wird, ist es naheliegend und folgerichtig, den Weg der „relativen Zephalometrie“ zu verfolgen. Im Einzelfall ist ausschließlich der Vergleich der Unterkieferstellung in Retrusion, die eine Obstruktion verursacht, und in Protrusion, die diese Verengungen therapeutisch aufhebt, relevant. Vergleichbare methodische Ansätze existieren in der Literatur kaum. Eine vergleichende zephalometrische Befundung nahmen auch Doff et al. [2] vor. Diese Autoren zeichneten digi-

talisierte FRS zu Behandlungsbeginn und Monate nach der IPS-Therapie durch, erfassten jedoch allein die morphologischen Veränderungen in protrusiver Unterkieferstellung. Sie erkannten eine PAS-Zunahme auf Höhe von C2, Uvulaspitze und Zungenbasis.

Von besonderer klinischer Relevanz ist es, die auf diese Weise ermittelten FRS-Parameter abschließend auch adäquat zu bewerten. Anliegen des kasuistischen Teils des Beitrags ist es, dies anhand realer, vollständig protokollierter Praxisfälle zu verdeutlichen. Fällt das Ergebnis der „relativen Zephalometrie“ ungünstig aus, ist die Qualität der anderen Teilprädiktoren ausschlaggebend. Eine *unzureichende* PAS-Öffnung im FRS durch die eingestellte Protrusion muss nicht zwangsweise bedeuten, dass eine IPS wirkungslos sein wird. Gibt es kaum oder wenige OSA-disponierende Kofaktoren, kann eine Schienentherapie auch dann ganz oder teilweise suffizient verlaufen. Hier sollte v. a. kontrolliert werden, ob die im FRS wiedergegebene Protrusionseinstellung optimal erfolgte oder ob eine weiterforcierte Unterkiefervoreinstellung (positive Titration) effektiver ist. Dies muss im Hinblick auf die zu fordernde, gute Compliance der IPS immer in Rücksichtnahme auf den Funktionszustand des Kiefergelenks erfolgen. Eine *gute oder sehr gute* PAS-Öffnung im FRS hingegen garantiert andererseits keineswegs a priori den optimalen IPS-Effekt.

Es gibt ungünstigste mesopharyngeale Konstellationen, die durch die Bildgebung

Tab. 3 Somnologische Fachtermini	
AHI	Apnoe-Hypopnoe-Index (Anzahl der Atemaussetzer/min)
CPAP	„Continuous positive airway pressure“ Überdruckbeatmung bei sog. Ventilationstherapie mit Masken mit dem Ziel der Öffnung und Offenhaltung der oberen Atemwege
Compliance	Akzeptanz, Toleranz (der Schiene) durch den Patienten
ESS	Epworth Sleepness Scale Patientenbefragungsbogen zur Erfassung von Defiziten infolge einer anhaltenden und ausgeprägten sog. Tagesschläfrigkeit
„Hyoid shift“	Bewegung des Hyoids in protrusiver Einstellung, die im Vergleich zur Unterkieferrücklage im FRS erfolgt und vermessen werden kann (Abstand zur Halswirbelsäule und zur Unterkieferbasis)
Obstruktion	Verengung, z. B. der oberen Atemwege
ODI	Oxygen-Desaturation-Index (Anzahl der Sauerstoffsättigungen im arteriellen Blut infolge der Atemaussetzer/min)
OSA/OSAS	Obstruktive Schlafapnoe oder obstruktives Schlafapnoesyndrom
PAS	„Posterior airway space“ Anatomisch: Region des hinteren Zungenraums im Mesopharynx
PAS-TgO (oder PAS-ML, PAS 4)	PAS in Höhe der Mandibularlinie Lineare Distanz zwischen Rachenhinterwand und Schnittpunkt der Linien Gn-T1 und Ar-T2
Polygraphie	Ambulante, kardiorespiratorische Schlafaufzeichnung relevanter somnologischer Parameter (AHI, ODI, Sauerstoffsättigungen, Bauch-, Thoraxbewegungen, Schnarchindex, Schlaflage)
Prädiktoren	Faktoren, die eine Vorhersagbarkeit des Therapieeffekts (Prognose) zulassen
SI	Schnarchindex (Dauer der Schnarchperioden während der Ruhezeit in Prozent)
Titration	Veränderung der protrusiven Unterkieferposition; in der Regel wird darunter eine Zunahme der protrusiven Vorverlagerung gemeint (positive Titration), auch eine Rücknahme der Protrusion ist als (negative) Titration aufzufassen

nicht sicher erfasst werden und die grundsätzlich für die Schienentherapie ungeeignet sind. Dazu zählen insbesondere „zirkuläre“ und „laterale“ Obstruktionsformen, bei denen – trotz scheinbar guter FRS-Ergebnisse – der hintere Zungenraum nur unzureichend geöffnet wird, was den Misserfolg in der IPS-Therapie zur Folge hat. Dies kann auch bei korrekter Protrusionseinstellung und bei günstigem Prädiktorenfeld auftreten. Bei „zirkulären Obstruktionen“ kann der PAS durch eine protrusive Unterkieferpositionierung grundsätzlich nicht hinreichend geöffnet werden. Bei „lateralen Obstruktionen“ wird eine sagittale Lumenerweiterung, die einen vorzüglichen FRS-Befund zeigen kann, durch Medialverlagerung der lateralen Pharynxwände aufgebraucht. Die aus funktioneller Sicht höherwertige schlafendoskopische Diagnostik in Kurznarkose ist unter diesem Aspekt der tatsächliche Goldstandard. Nicht unproblematisch ist der mit ihr verbundene Aufwand, der eine generelle Anwendung eher nicht zulässt. Die Stärke des FRS in der IPS-Diagnostik ist eine ausgewogene

Nutzen-Aufwand-Risiko-Relation. „Fernröntgenaufnahmen lassen sich praktisch einfacher, flächendeckender und mit verhältnismäßigem Aufwand umsetzen“ [8, 9]. In praxi besteht somit die Herausforderung der komplementären Nutzung aller diagnostischen Möglichkeiten.

Die Grundsatzfrage, wann der klinisch bedeutsam höhere Aufwand einer Kurznarkose betrieben werden sollte, ist im Einzelfall nicht unproblematisch zu beantworten. Allgemeingültige Standards für die optimale Differenzialdiagnostik von Bildgebung und Schlafendoskopie bestehen noch nicht. Die Autoren setzen aktuell die Schlafendoskopie ein, wenn ein offensichtliches Übergewicht ungünstiger Prädiktoren besteht. Das sind:

- kurzer äußerer Hals bei Mallampati-Score 3–4,
- Body-Mass-Index deutlich über 30 kg/m<sup>2</sup> und
- hypomobile Kiefergelenke bei Kopf-/Normalbiss.

Auch ein suspekter FRS-Befund kann zum Indikator einer sekundären Schlaf-

endoskopie werden. Zielsetzung ist eine möglichst hohe Trefferquote bei der Prognostizierung des zu erwartenden Schieneneffekts im Vorfeld der aufwendigen IPS-Therapie.

Befunde des FRS sind ein Teil eines Komplexes von Prädiktoren, der in seiner Gesamtheit wirksam ist und den individuellen Schieneneffekt auf die OSA beeinflusst. Auch Zeng et al. [11] betonen, dass prädiktorische Aussagen in der IPS-Therapie bei Berücksichtigung mehrerer Einflussfaktoren möglich sind.

Ein hoher BMI wird zwar aktuell in Bezug die Kausalität der OSA kontrovers diskutiert und eher nicht (mehr) hoch bewertet. In Bezug auf seine Bedeutung für den IPS-Effekt halten die Autoren den BMI aber für sehr relevant. Diese praktische Erfahrung wird durch Studien anderer Autoren gestützt. Ein niedriger BMI ist in der IPS-Therapie immer günstiger als vorliegendes Übergewicht [3, 5, 7].

Hals-Nasen-Ohren-Befunde sind von ganz gravierender Bedeutung für die IPS-Therapie bei OSA. Ein ungünstiger Mallampati-Score (3. und 4. Grad) ist ein in jedem Fall ein ernst zu nehmendes Risiko für die Pathogenese der OSA [1, 6, 10]. Dies trifft insbesondere bei zeitgleich vorliegender Tonsillenhypertrophie [1] und nasaler Obstruktion [10] zu. Bei normalgewichtigen Kindern findet sich eine Assoziation zwischen AHI und der Größe der Tonsillen/Polypen; bei übergewichtigen Kindern mit OSA lag ein signifikant höherer Mallampati-Score vor [1]. Mit jedem Punkt der Erhöhung des Mallampati-Scores steigt das OSA-Risiko um das Doppelte und erhöht sich der AHI um 5/h [6]. Diese Studienerkenntnisse stehen nicht immer im direkten Bezug zu einer Schienentherapie, sie decken jedoch allgemeine Zusammenhänge zwischen den Prädiktoren auf. Die OSA beeinflussende und verursachende HNO-Faktoren können einen extremen negativen Einfluss auf den IPS-Effekt ausüben.

Die Autoren des vorliegenden Beitrags beobachten zudem eine erhebliche Koinzidenz von Schienenversagern mit hypomobilen Kiefergelenken, die überproportional oft beim Kopf-/Normalbiss vorliegen. Dabei muss in Bezug auf den IPS-Effekt ausdrücklich betont werden, dass nicht die Gelenklimitation per se, son-

dern die Hypomobilität in Kombination mit Kopf-/Normalbissen prognostisch kritisch bewertet werden muss! Die eingeschränkte Protrusions- und Mundöffnungskapazität derart limitierter Kauorgane ist v. a. auch ein Problem in Bezug auf die Compliance, wenn es darum geht, den Schieneneffekt korrektiv durch eine Protrusionsverstärkung (positive Titration) verbessern zu wollen.

Die Rolle des OSA-Schweregrads auf den Schieneneffekt muss dagegen differenziert betrachtet werden. Die Autoren stellen wiederholt und nicht nur bei den im Beitrag besprochenen Kasuistiken fest, dass die Leichtgradigkeit einer OSA kein Indiz für eine ihre problemlose Therapierbarkeit durch IPS ist. Umgekehrt lassen sich sehr viele schwergradige OSA-Fälle, insbesondere in Kombination mit Tief-/Deckbiss, schientherapeutisch durchaus sehr gut behandeln.

### Fazit für die Praxis

- Im Fokus aller schientherapeutischen Bemühungen muss neben der korrekten Schienenauswahl v. a. die individuell wesentlich komplexere Schienengestaltung stehen. Von grundsätzlicher Bedeutung sind hierbei v. a. eine in allen Belangen perfekte Schienenfunktion, eine moderate und zugleich wirksame Protrusionseinstellung und eine möglichst geringe, technisch bedingte vertikale Bissperrung. Eine erfolgreiche Langzeittherapie der OSA mit IPS ist nur erreichbar, wenn bei Schienenfunktion, Schieneneffekt und Compliance des Patienten gleichermaßen optimale Ergebnisse erzielt werden [3].
- Die vorliegende Beitragsserie konnte zeigen, dass das FRS in der Therapie der OSA mit IPS eine prognostizierende Bedeutung als bildgebender Prädiktor haben kann, wenn alle methodologischen Aspekte beachtet und umgesetzt werden.
- Grundsätzlich essenziell ist es, die erhobenen FRS-Befunde im Komplex aller OSA-wirksamen Prädiktoren adäquat einzuordnen und korrekt zu bewerten.

### Korrespondenzadresse

**Dr. J. Langenhan**  
IZS – Idsteiner Zentrum Zahnärztliche  
Schlafmedizin  
Bahnhofstr. 35, 65510 Idstein  
info@zahnaerztliche-schlafmedizin.de

### Einhaltung der ethischen Richtlinien

**Interessenkonflikt.** J. Langenhan, M. Thier, U. Bußmeier, S. Rahm und S. Kopp geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

### Anhang

### Glossar

Die wichtigsten somnologischen Fachtermini sind in [Tab. 3](#) erklärt.

### Literatur

1. Dayyat E, Kheirandish-Gozal L, Sans Capdevilla O et al (2009) Obstructive sleep apnea in children: relative contributions of body mass index and adenotonsillar hypertrophy. *Chest* 7:137–144
2. Doff MH, Hoekema A, Pruim GJ et al (2009) Effects of a mandibular advancement device on the upper airway morphology: a cephalometric analysis. *J Oral Rehabil* 36:330–337
3. Langenhan J, Kopp S (2009) Systematische Diagnostik und Therapie in der zahnärztlichen Somnologie – Intraorale Protrusionsschienen bei der OSAS-Therapie: klinisches Vorgehen und Indikationsstellung. *Quintessenz* 60:209–216
4. Liu Y, Lowe AA, Fleetham JA, Par YC (2001) Cephalometric and physiologic predictors of the efficacy of an adjustable oral appliance for treating obstructive sleep apnea. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 120:639–647
5. Marklund M, Stenlund H, Franklin KA (2004) Mandibular advancement devices in 630 men and women with obstructive sleep apnea and snoring: tolerability and predictors of treatment success. *Chest* 125:1270–1278
6. Nuckton TJ, Glidden DV, Browner WS, Claman DM (2006) Physical examination: Mallampati score as an independent predictor of obstructive sleep apnea. *Sleep* 29:903–908
7. Otsuka R, Almeida FR, Lowe AA, Ryan F (2006) A comparison of responders and nonresponders to oral appliance therapy for the treatment of obstructive sleep apnea. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 129:222–229
8. Richter F, Richter U (2003) 100 Jahre Herbstscharnier – Wiederentdeckung einer guten Idee. *BZB* 11:35–37
9. Richter U, Richter F, Koronidou JM et al (2009) Der Einfluß des Herbstscharniers auf den nasopharyngealen Raum. *Somno* 4:14–19
10. Rodrigues MM, Dibbern RS, Goulart CW (2010) Nasal obstruction and high Mallampati score as risk factors for obstructive sleep apnea. *Braz J Otorhinolaryngol* 76:596–599
11. Zeng B, Ng AT, Darendeliler MA et al (2007) Use of flow-volume curves to predict oral appliance treatment outcome in obstructive sleep apnea. *Am J Respir Crit Care Med* 175:726–730



Komentieren Sie diesen Beitrag auf [springermedizin.de](http://springermedizin.de)

► Geben Sie hierzu den Beitragstitel in die Suche ein und nutzen Sie anschließend die Kommentarfunktion am Beitragsende.