

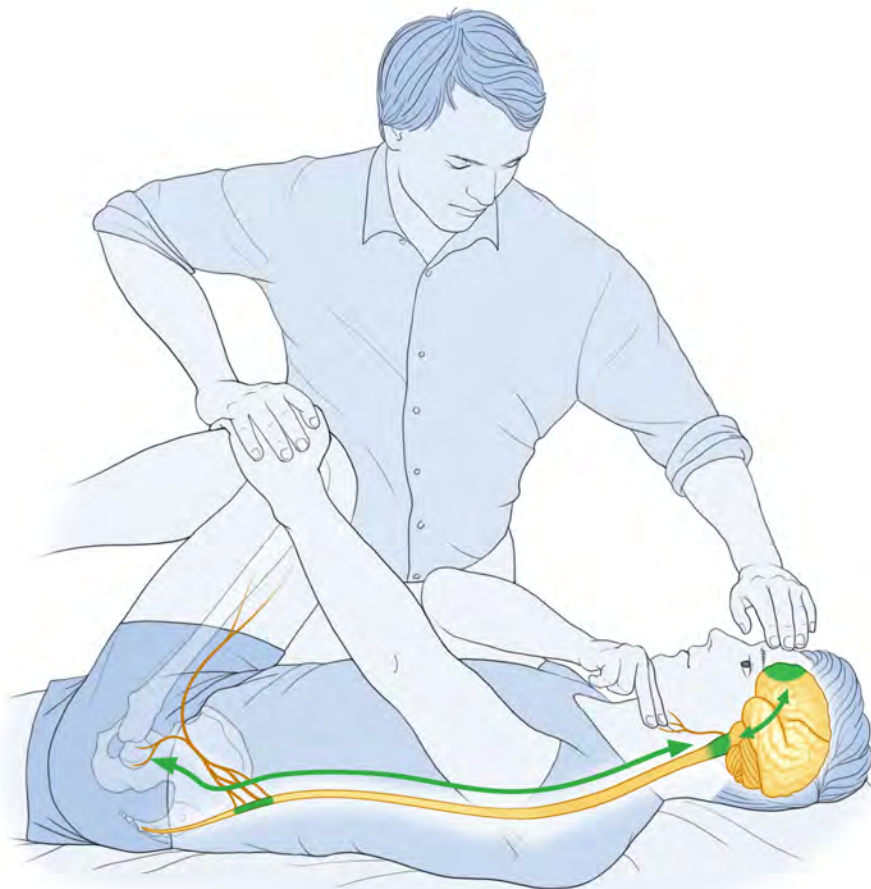


NEUROLOG
AKADEMIE

AKADEMIE FÜR FUNKTIONELLE NEUROLOGIE

Neurofunktionelle Integration 2020

Kurs 5 - Exterozeption und Propriozeption



NEUROLOG AKADEMIE VON DR. MED. PHILIP ECKARDT

Johannisstraße 8
82418 Murnau
Deutschland

Telefon: 08841/62 75 32
info@neurolog.de
www.neurolog.de

Dr. med. Philip Eckardt, Arzt
Berufsbezeichnung erworben in Deutschland
Mitglied in der Bayerischen Landesärztekammer

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Rezeptoren des peripheren Nervensystems	6
Klassifizierung der Nervenenden/ Sensoren	6
Einteilung nach anatomischen Kriterien	6
Freie Nervenenden	7
Spezielle Sensoren	8
Einteilung nach Reiz	9
Einteilung nach Anpassungsgeschwindigkeit	9
Einteilung nach Reizänderung und Anpassungsart	10
Einteilung nach anatomischer Lage	11
II. Funktionelle Testung der Exterozeption	12
Orientierende neurologische Untersuchung	13
Was bisher geschah....	13
Und so geht es weiter...	15
Visuelles System	15
Propriozeption	17
Funktionelle Testung der Okulomotorik	19
Leitungsbahnen Okulomotorik	19
Leitungsbahn für Sakkaden (point-to-point-Bewegungen)	20
Leitungsbahn für apa-Bewegungen (apa= automatic postural adaptation)	21
Vestibulookuläre Leitungsbahn	22
Integrierte Funktion der HN 3/4/6	24
Neurologische Untersuchung der Okulomotorik	25
Untersuchung der Okulomotorik	26
Kontakt Okulomotorik	29
Neurofunktionelle Integration - Okulomotorik	30
Korrelation zum ZNS/ zANS	30
Funktionstests	31
Screentests	32
Interaktion mit anderen Systemen	32
Integration über die Okulomotorik	33
Funktionelle Testung des Tr. opticus	34
Anatomie und Funktion des Tr. opticus	34

Kontakte	35
Neurofunktionelle Integration - Tr. opticus	36
Korrelation zum ZNS/ zANS	36
Funktionstests	36
Interaktion mit anderen Systemen	37
Integration über das visuelle System	37
Funktionelle Testung des Tr. acusticus	38
Anatomie und Funktion des Tr. acusticus	38
Kontakte	39
Neurologische Untersuchung des auditiven Systems	40
Neurofunktionelle Integration - Tr. acusticus	41
Korrelation zum ZNS/ zANS	41
Funktionstests	41
Interaktion	41
Integration über das auditive System	41
Funktionelle Testung des Tr. olfactorius	42
Anatomie und Funktion des Tr.olfactorius	42
Kontakte	43
Neurologische Untersuchung des olfaktorischen Systems	43
Neurofunktionelle Integration - Tr. olfactorius	44
Korrelation zum ZNS/ zANS	44
Funktionstests	44
Interaktion	44
Integration über das olfaktorische System	44
Funktionelle Integration über die Exterozeption	45
III. Funktionelle Testung der Propriozeption	46
Funktionelle Testung des Tr. vestibularis	46
Anatomie und Funktion des Gleichgewichtsorgans	46
Anatomie und Funktion des Tr. vestibularis	47
Kontakte	48
Neurologische Untersuchung des Tr. vestibularis	49
Sonderfall Lagerungsschwindel	51
Neurofunktionelle Integration - Tr. vestibularis	52
Korrelation zum ZNS	52
Funktionstests	52
Interaktion mit anderen Systemen	54

Integration über den Tr. vestibularis	54
Funktionelle Testung der Somatosensorik	55
Neurologische Untersuchung der Somatosensorik	55
Anatomie der Somatosensorik	58
Anatomie und Funktion der Spinalnerven	59
Anatomie und Funktion der propriozeptiven Leitungsbahnen	59
Tr. trigeminothalamicus ventralis	60
Tr. spinocerebellaris und Tr. spinothalamicus anterior	61
Fasciculus gracilis und cuneatus (Tr. spinobulbaris med. und lat.)	61
Kontakte	63
Neurofunktionelle Integration - Somatosensorik	63
Zuordnung	63
Korrelation zum ZNS/ zANS	63
Funktionstests	64
Funktionstests über extrinsische Reize	64
Funktionstests über intrinsische Reize (Gelenkposition)	64
Screentests	65
Interaktion mit anderen Systemen	65
Integration über die Propriozeption	66
Neurofunktionelle Integration willentlicher Bewegungen	67
Zuordnung	67
Korrelation zum ZNS/ zANS	67
Funktionstests	67
Screentests	68
Interaktion	68
Integration über die Somatomotorik	69
VII. Literaturempfehlungen	71
Fachbücher	71
Wissenschaft	71
Populärwissenschaft	71

© Copyright 2020 - Urheberrechtshinweis

Alle Inhalte dieser Kursunterlagen, insbesondere Texte, Fotografien und Grafiken, sind urheberrechtlich geschützt. Das Urheberrecht liegt, soweit nicht ausdrücklich anders gekennzeichnet, bei Dr. med. Philip Eckardt.

Neurologische Untersuchung der Okulomotorik

Zunächst sollten, wie bei der Exterozeption, bei der Untersuchung der Augen der Visus (z.B. mit Multifont-Chart), die Suppression und - falls noch nicht erfolgt- die Augendominanz getestet werden. Die Augenmotorik unterteilt sich in willentliche Bewegungen (Folgebewegungen, Blickwechsel/ Sakkaden, Fixierung, Akkommodation) und Reflexe (vestibulookulärer Reflex und optokinetischer Reflex).

Allgemeine Beurteilung: Bei allen Tests sollte, neben der spezifischen Augenfunktion (s.u.), auf vegetative Reaktion, Bewegung der Gesichtsmuskulatur und Reaktionen des Gleichgewichtssystems geachtet werden.

Wenn noch nicht geschehen, sollten folgende Tests einen Überblick geben:

- **Augendominanz:** Zur Bestimmung der Augendominanz fokussiert man einen Punkt durch ein Loch, welches man mit zwei Händen bildet (ausgestreckte Arme). Dann bewegt man die Hände auf das Gesicht zu, ohne das Ziel aus dem Fokus zu verlieren.

Beurteilung: Das Auge, auf das man die Hände zubewegt hat, ist das dominante Auge. Alternativ kann man auch bei gestreckten Armen abwechselnd die Augen schließen. Das Auge, bei dem das Ziel im Fokus bleibt, ist das dominante Auge.

 [Videoclip 3: Okulomotorik - Augendominanz](#)

- **Akkommodation:** Um eine Referenz für Visusveränderungen durch die Behandlung zu haben, sollte der Visus am Anfang getestet werden. Dafür können wir eine Multi-Font-Chart oder auch eine Snellen-Chart benutzen. Es sollten beide Augen zusammen und dann jedes Auge einzeln getestet werden, wenn möglich ohne Brille. Die Akkommodation ist auch Teil der funktionellen Testung, insbesondere im Sinne einer Änderung der Akkommodation.
- **Visuelle Suppression:** Dafür können entweder die Daumen auf Augenhöhe hintereinander gehalten, besser aber ein Brock-String benutzt werden. Zudem kann noch der Worth Four Light Test (W4LT) benutzt werden.

Beurteilung Daumen: Fokussiert man jeweils einen Daumen, sollte der andere Daumen doppelt gesehen werden.

Beurteilung Brock-String: Beim Fokussieren auf die Perlen sollten bei allen Perlen jeweils zwei Schnüre in die Perle reingehen und zwei Schnüre die Perle verlassen.

Beurteilung W4LT: Es können Punkte fehlen (Suppression) oder eine horizontale oder vertikale Diplopie auftreten (Esotropie, Exotropie, Hypotropie, Hypertropie). Des Weiteren kann in Kombination mit anderen Tests eine anomale Netzhautkorrespondenz (bifoveale Sehrichtungsgemeinschaft) diagnostiziert werden.

 [Videoclip 4: Okulomotorik - Visuelle Suppression](#)

- **Einfluss des visuellen Systems auf die Symptome:** Lassen wir den Patienten eine schmerzhafteste Bewegung durchführen, welche durch Schließen der Augen signifikant besser wird, dann können wir damit die Indikation zur Behandlung des visuellen Systems, insbesondere der Bewegung im Gesichtsfeld (GF), stellen.

Untersuchung der Okulomotorik

- **Optokinetischer Reflex (OKR):** Für die Auslösung des OKR wird ein sich bewegendes Streifenmuster in horizontaler und vertikaler Richtung vor die Augen gehalten. Neben der Nutzung eines optokinetischen Streifens oder einer App empfiehlt es sich auch den OKR durch Bewegung des Kopfes auszulösen.



Beurteilung des OKR: Neben den oben genannten allgemeinen Beurteilungen wird auf die spontane Auslösung und die Amplitude des Reflexes geachtet.

 [Videoclip 6: Okulomotorik - Optokinetischer Reflex \(OKR\)](#)

- **Vestibulookulärer Reflex (VOR):** Der VOR ist ein gemischter Test für die Augenbewegung (Folgebewegung) und die Funktion des Gleichgewichtssystems. Er unterteilt sich in den durch Rotation des Kopfes ausgelösten Reflex (rVOR) und den durch Translation ausgelösten Reflex (tVOR). Zudem gibt es noch eine Reflexunterdrückung (cVOR; c für engl. cancellation), bei der der ganze Kopf mit einem Fixpunkt mitbewegt wird. Letzterer zählt zu den Tests für die Koordination (s.o.). Bei einem auffälligen VOR kann der Test für die neurofunktionelle Testung in seine okulomotorischen und vestibulären Komponenten zerlegt (Regression) und einzeln getestet werden. Falls die einzelnen Komponenten unauffällig sind, müssen sie zusammen getestet werden.

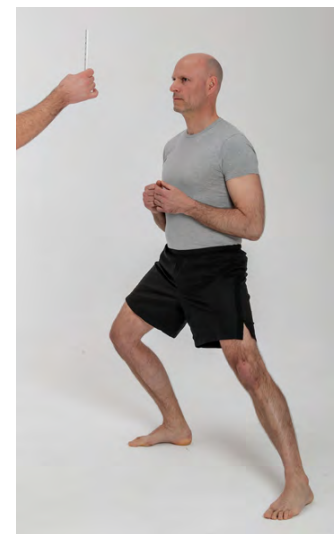
rVOR: Ein Fixpunkt wird mittig vor die Augen gehalten, der Patient dreht seinen Kopf nach rechts und links, oben und unten und diagonal. Die Bewegung des Augapfels bei Seitneigung des Kopfes (engl. ocular counter roll - OCR) ist schwierig zu sehen und wird deshalb im Rahmen der neurofunktionellen Testung mit einer Muskelfunktionsdiagnostik (MFD) kombiniert.

Beurteilung des rVOR: Die Bewegung sollte linear sein. Eine Abweichung des Kopfes deutet auf eine Störung der bei dieser Bewegung beteiligten Augenmuskeln und Vestibularorgane hin.

tVOR: Für den horizontalen tVOR stellt sich der Patient breitbeinig hin, ein Fixpunkt wird mittig vor seine Augen gehalten. Der Patient bewegt seinen gesamten Rumpf und Kopf in einer Linie hin und her und fixiert dabei den Fixpunkt. Der Kopf bleibt dabei geradeaus gerichtet. Für den vertikalen tVOR steht der Patient hüftbreit und wippt auf den Fußballen, während er den Fixpunkt anschaut.



Beurteilung des tVOR: Bei beiden Varianten wird auf die Flüssigkeit der Bewegung geachtet. Zudem wird bei der horizontalen Variante auf jegliche Abweichungen der Körperachse, bei der vertikalen Variante auf vermehrtes Schwanken, geachtet.



 [Videoclip 7: Okulomotorik - Vestibulookulärer Reflex \(VOR\)](#)

- **Kopfimpulstest (Halmagyi-Curthoys-Test):** Beim Kopfimpulstest nimmt der Untersucher den Kopf zwischen die Hände, der Patient schaut auf die Nase des Untersuchers. Der Kopf wird ruckartig gedreht, die Bewegung der Augen wird dabei beurteilt.

Beurteilung Kopfimpulstest: Die Augen des Patienten müssen auf die Nase des Untersuchers gerichtet bleiben (vestibulookulärer Reflex - VOR). Eine Abweichung der Augen zur Drehrichtung ist ein Hinweis auf eine vestibuläre Störung in der Dreh- Bewegungsrichtung.



- **Folgebewegung:** Bei der Folgebewegung wird der Patient aufgefordert, den Kopf still zu halten und die Augen auf ein bewegtes Ziel zu richten, welches mindestens in horizontaler, vertikaler und sagittaler Richtung bewegt wird. Das bewegte Ziel sollte z.B. einen Buchstaben enthalten, damit das Auge auch aufgefordert ist, die Akkommodation zu regulieren.

Beurteilung der Folgebewegung: Die Augen sollten sich gleichmäßig bewegen, nicht springen und auch nicht vorausseilen.



Videoclip 8: Okulomotorik - Folgebewegung

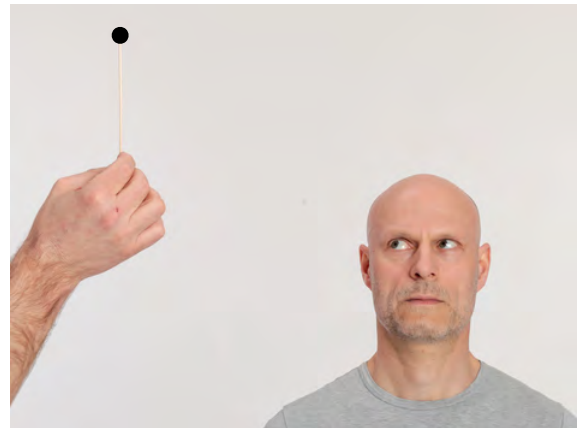
- **Sakkaden (Blickwechsel):** Für die Sakkaden werden zwei Fixpunkte jeweils in horizontaler, vertikaler und sagittaler Richtung vor die Augen gehalten und der Patient wird dazu aufgefordert, nur mit den Augen zügig zwischen den zwei Punkten hin und her zu schauen.



Beurteilung der Sakkaden: Die Augen sollten das Ziel auf Anhieb treffen (Hypometrie: Augen stoppen zu früh, Hypermetrie: Augen stoppen zu spät), bei der sagittalen Sakkade sollten die Augen symmetrisch agieren. Auch die Geschwindigkeit spielt eine Rolle, langsame Blickwechsel findet man z.B. bei Parkinson.

Videoclip 9: Okulomotorik - Sakkaden

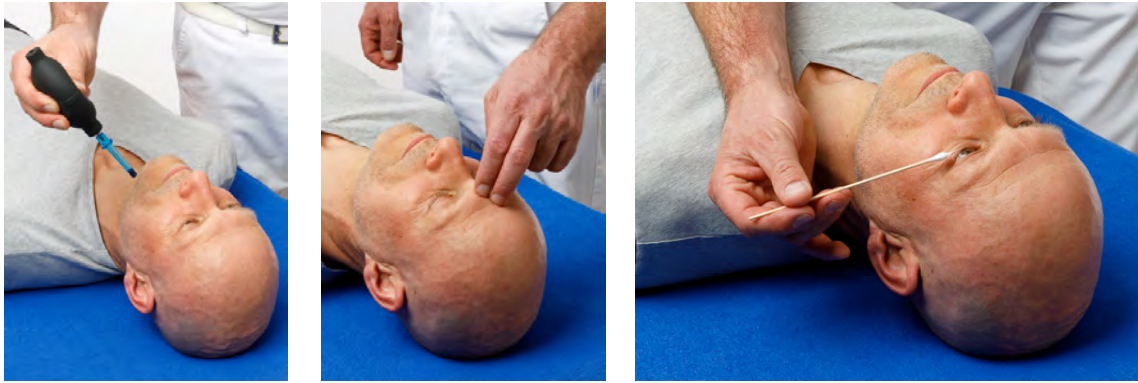
- **Blickstabilisierung (engl. gaze):** Bei der Fixierung wird der Fixpunkt in einer bestimmten Position gehalten und mit den Augen 5-10 Sek. fixiert. Für das Screening reichen vier Positionen: Rechts oben, links oben, rechts unten, links unten. Dadurch werden alle sechs Augenmuskeln getestet. Wenn das Auge innen ist, wird das Auge vom M. obliquus inf. nach oben und vom M. obliquus sup. nach unten gezogen. Ist das Auge außen, wird es vom M. rectus sup. nach oben und vom M. rectus inf. nach unten gezogen.



Beurteilung der Blickstabilisierung: Die Position sollte gehalten werden können, ohne dass das Auge nachgestellt werden muss, ohne dass sich der Kopf zum Fixpunkt bewegt oder andere Reaktionen auftreten.

Videoclip 10: Okulomotorik - Blickstabilisierung

- **Blinkreflex/ Cornealreflex:** Diese Reflexe betreffen zwar nicht die Augenbewegung, sind aber für den Schutz des Auges verantwortlich. Sie sollten im Rahmen einer Problematik an den Augen auch getestet werden.



Blinkreflex: Der Blinkreflex kann über einen Luftstoß oder über das Beklopfen der Glabella ausgelöst werden. Der Reflex kann sich bei Wiederholung etwas abschwächen, sollte aber nicht verschwinden.

Cornealreflex: Für den Cornealreflex wird ein Wattestäbchen etwas zerfranst und mit den dünnen Wattehärchen die Cornea berührt.

Beurteilung: Die direkte Beurteilung ist oft schwierig, fällt aber am ehesten auf, wenn eine überschießende Reaktion vorhanden ist, die auch nicht bei Wiederholung abebbt.

Pupillenreflex: Der Pupillenreflex ist eine Funktion des N. oculomotorius im Zusammenspiel mit dem Hirnstamm (MES).

Beurteilung: Dabei sollte zunächst natürlich auf die Pupillengröße geachtet werden (Isokorie), anschließend werden die Augen abwechselnd getestet und auf die Reaktion im getesteten und auch im nicht getesteten Auge geachtet. Zudem sollte bei längerem „Beleuchten“ darauf geachtet werden, ob die Pupille zu schnell nachlässt oder die Konstruktion halten kann.

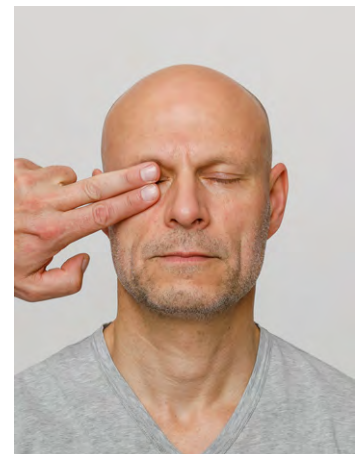


 [Videoclip 11: Blinkreflex und Cornealreflex](#)

Kontakt Okulomotorik

Der Kontakt für die Hirnnerven 3/ 4/ 6 direkt am Auge ist der einzige Kontakt, der die Okulomotorik gut repräsentiert. Ich habe mich lange davor gescheut, diesen Kontakt als Masterpunkt „anzuerkennen“, weil das System so komplex ist. Da eine einfache zentrale Zuordnung bisher unmöglich war, kann an dieser Stelle der Aufstieg zum Masterpunkt erfolgen! Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Sensitivität in Bezug auf Störungen der Okulomotorik recht hoch ist. Wenn ich aber einfach nur direkt über das Auge teste, ohne die Okulomotorik untersucht zu haben, ist dieser Test über das Auge nicht sehr spezifisch, da es auch andere Störungen des Augapfels sein könnten, z.B. interozeptive Störungen. Trotzdem:

Ab heute offiziell - Masterpunkt Okulomotorik: Auge (HN 3/ 4/ 6)



Neurofunktionelle Integration - Okulomotorik

Videoclip 12: Okulomotorik - Neurofunktionelle Integration

Die Testung kann im Liegen, Sitzen oder Stehen erfolgen. Dies hängt vom Zustand des Patienten ab. Die Testung kann klassisch mit 90° Elevation des Armes erfolgen oder spezifischer nach den Bewegungsmustern (Kurs 4 - Tectospinale Reflexe).

Zuordnung und **Screeentests** entfallen hier, weil es nicht DAS System gibt. Wie man bei den Bildern der Leitungsbahnen sieht, ist es ein hochkomplexes System und jeder bisherige Versuch, es in ein einfaches System mit entsprechenden Masterpunkten etc. zu pressen, sind misslungen. Also: Bei Verdacht einfach sauber durchtesten!

Korrelation zum ZNS/ zANS

Die Korrelation zum ZNS kann über den Augenkontakt (HN 3/ 4/ 6) erfolgen. Primär sollten wir die Areale der Okulomotorik im Sinn haben, trotzdem können/ sollten wir im Zweifel natürlich auch die übrigen Areale testen. Ich persönlich orientiere mich erst einmal an der Leitungsbahn (so ist es unten dargestellt) und schaue dann weiter. Man muss ja immer daran denken, dass die Störung, die man beobachtet, nur ein Symptom ist. Eine Störung der Okulomotorik muss nicht eine Störung in der okulomotorischen Leitung sein, sondern kann auch Folge einer anderen Störung des Augapfels, der Muskeln, der Gefäße etc. sein. Also: Immer offen bleiben.

ZNS/zANS	Test
ZNS	Augen + MOG/PONS/MES/CEREB/BASAL/VIS/TEMP/PPC/SENS/PMC/PFC/HIPPO
zANS	Augen + zANS (craniales System - CS, zentrale/ zervikale Gefäße und Lymphe, zentrales Hormonsystem (ZHS))

Testung über das ZNS: Die Testung kann Hinweise für eine zentrale autonome Störung liefern, z.B.:

Test: Augen + PFC ⇔ PFC + ACI

Oder aber die Kombination liefert einen Hinweis auf eine gestörte Funktion (s.u. „Screeentests“).

Test: Augen + PFC ⇔ Störung der Sakkaden, also Sakkaden direkt funktionell testen.

Testung über das zANS: Zudem können wir natürlich den Weg über die vegetativen Kontakte am Hals gehen und dann mit dem ZNS korrelieren, dabei müssen wir daran denken, dass die Aktivierungssysteme nicht dabei sind!

Test: Augen + ACI ⇔ ACI + PFC

Alternativ könnte das natürlich auch ein vaskuläres Problem am Auge und nicht am PFC anzeigen, da die ACI auch die Augen direkt versorgt. Woher weiß ich das? Wenn ich kein Gehirnnareal finde, dann ist es wohl das Auge.

Funktionstests

Wenn wir systematisch die Funktionen testen wollen, ist die Reihenfolge nicht zwingend, sie hängt vielmehr von der Anamnese und der Untersuchung ab. Wegen der Beteiligung vieler Hirnareale sollten wir die Testung und Integration der Okulomotorik bei jeder Form der Bewegungsstörung auf dem Schirm haben.

Tests PTP	Durchführung
Akkommodation	nah-fern, fern-nah Umschaltung testen
Optokinetischer Reflex (OKR)	OptoDrum App horizontal und vertikal applizieren
Sakkaden (SA)	horizontale, vertikale und saggitale Sakkaden

Tests APA	Durchführung
Optokinetischer Reflex (OKR)	OptoDrum App horizontal und vertikal applizieren
Vestibulookulärer Reflex (VOR)	Punkt vor die Augen halten, Kopf rotieren, flektieren und extendieren lassen, dynamisch oder statisch
Augen-Gegenrolle ocular counter roll (OCR)	vertikale Kante vor das Gesicht halten und Kopf seitneigen lassen
Folgebewegung smooth pursuit (SP)	einen Punkt langsam vor den Augen horizontal, vertikal und sagittal hin und her bewegen
Blickstabilisierung (Gaze)	Punkt in eine von neun Positionen, Augenposition 5-10 Sek. halten

Tests Reflex	Durchführung
Blinkreflex	Lufthauch oder Glabella beklopfen
Cornealreflex	mit Wattehärchen Cornea berühren
Pupillenreflex	Licht ins Auge leuchten

MERKE: Bei Bewegungstests kann immer auch die objektive Beobachtung in die Untersuchung mit einfließen. Das gilt natürlich auch für die Augen. Geachtet wird auf die Bewegungspräzision und die Bewegungskoordination. So können auch Störungen entdeckt werden, welche sich durch die funktionelle Testung nicht zeigen. Dann sollte ein Muskel auf der anderen Körperseite oder in einem anderen Quadranten getestet

werden. Zudem kann der Test durch Veränderung der Körperposition variiert werden. Wir können auch nach versteckten Störungen suchen, d.h. durch Hinzufügen eines zusätzlichen Kontakts (meistens ZNS) eine unphysiologische Inhibition verursachen.

Screeentests

Screeentests wären hier gleichzusetzen mit der Korrelation zum ZNS. Hier einige Screeentests und deren mögliche Bedeutung (siehe auch unter „Interaktion mit anderen Systemen“). Dabei sollten, wenn möglich, erst autonome Störungen ausgeschlossen oder behoben werden. **WICHTIG:** Das bedeutet aber nicht, dass diese Störung über die Testung und Integration der Funktion das zentrale Problem löst. Möglicherweise müssen wir aber mehrere „kleinere“ Sachen integrieren, anstatt eine „große“ zentrale Störung.

Tests Reflex	Durchführung
Augen + PFC	am ehesten Sakkaden
Augen + PPC	am ehesten Folgebewegungen
Augen + CEREB	am ehesten VOR
Augen + MES	am ehesten Sakkaden, Gaze, OKR
Augen + VIS	siehe unter „Testung des Tr. opticus“

Interaktion mit anderen Systemen

In der Annahme, dass die Hirnnerven 3/ 4/ 6 die Okulomotorik neurologisch gut repräsentieren, können wir sie gut in Korrelation zu anderen Systemen setzen. Das Problem dabei ist, dass ich bei einem Test möglicherweise nicht genau weiß, ob ich jetzt, z.B. bei der Testung mit den Masterpunkten des somatomorischen Systems, eine Interaktion mit einem anderen Teil des Körpers teste oder eben eine motorische Funktion des Auges selbst. Ich denke bei so einem Test eher an die motorische Funktion des Auges, insbesondere dann, wenn die Okulomotorik bei der Untersuchung auffällig war. Anders ist es z.B. bei der Interaktion mit dem cranialen System. Eine Störung der Suturen kann auf jeden Fall Auswirkungen auf die motorische Funktion des Auges haben! Wir sollten an dieser Stelle also in zwei Richtungen denken: Was hat das Symptom, z.B. Knie mit den Augen, zu tun und welches System, wie z.B. das craniale System, hat Auswirkungen auf die Augen? Grundsätzlich geht es hier mehr um die autonomen Systeme in der Peripherie, also dem Herz-Kreislauf-System, dem Atmungssystem etc.

Tests	Durchführung
Symptom/ System + Augen	Augenfunktion, Okulomotorik
Augen + System	Funktion im anderen System/ Interaktion

einigermaßen Sinn, um nach zentralen Störungen zu suchen. Also bei der neurologischen Untersuchung genau hinschauen!



Neurologische Untersuchung des Tr. vestibularis

Videoclip 18: Vestibuläres System - Untersuchung

Der klassische neurologische Test ist der Romberg-Versuch. Dabei steht der Patient mit den Füßen zusammen 30 Sek. auf der Stelle, einmal mit offenen Augen, einmal mit geschlossenen Augen, während er beide Arme ausgestreckt und die Handflächen nach oben hält. Der Test kann verschärft werden, indem beide Füße hintereinander gestellt werden. Weitere Varianten sind das Stehen auf einem Bein (Einbeinstand) oder das Gehen auf der Stelle (Unterberger-Tretversuch). Zudem kann durch den Pull-Test (Zugtest) die Standfestigkeit getestet werden.

- **Stabilität:** Der Patient steht hüftbreit und entspannt. Es wird abwechselnd mit der flachen Hand rechts und links gegen Schulter und Becken geklopft.

Beurteilung Stabilität: Der Schlag sollte schnell absorbiert werden. Dabei sollte der Körperabschnitt, der getestet wird, nicht zu weit ausschlagen. Im Schulterbereich ist es eher ein Hinweis auf eine Störung des GG-Systems, im Beckenbereich eher auf eine propriozeptive Störung der unteren Extremitäten. Der Test kann modifiziert werden (z.B. Fußstellung eng, Augen zu).

- **Romberg-Versuch:** Der Patient steht mit den Füßen zusammen 30 Sek. auf der Stelle, einmal mit offenen Augen (wenn Patient unsicher ist oder Schwindel angibt), einmal mit geschlossenen Augen, während er beide Arme ausgestreckt und die Handflächen nach oben hält. Beim verschärften Romberg-Versuch werden die Füße hintereinander gestellt.

Beurteilung Romberg-Versuch: Beide Varianten (Augen auf/



zu) sollten ohne Ausfallschritt und ohne allzu große Schwankung möglich sein.

- **Einbeinstand:** Der Patient steht 10 Sek. auf einem Bein, einmal mit offenen Augen (wenn Patient unsicher ist oder Schwindel angibt), einmal mit geschlossenen Augen, während er beide Arme ausgestreckt und die Handflächen nach oben hält.

Beurteilung Einbeinstand: Die Variante mit offenen Augen sollte ca. 10 Sek möglich sein. Bei gutem Gesundheitszustand sollte auch die Variante mit geschlossenen Augen ohne Ausfallschritt und ohne allzu große Schwankung möglich sein.

- **Unterberger-Tretversuch (Fukuda-Stepping-Test):** Die Ausgangsposition ist die des Romberg-Versuchs, diesmal tritt der Patient 30 Sek. oder 50 Schritte auf der Stelle.

Beurteilung Unterberger-Tretversuch: Hat sich der Patient mindestens 45° gedreht, ist das ein Hinweis auf eine vestibuläre oder cerebelläre Störung (50 % auf der Seite der Rotation, 25 % auf der Gegenseite). Zudem wird auf die Breite des Schritts geachtet. Eine Verbreiterung des Schritts ist auch ein Hinweis auf eine Störung des Gleichgewichts.

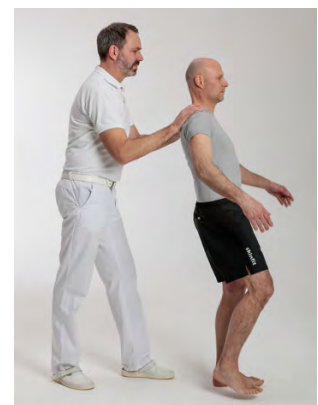
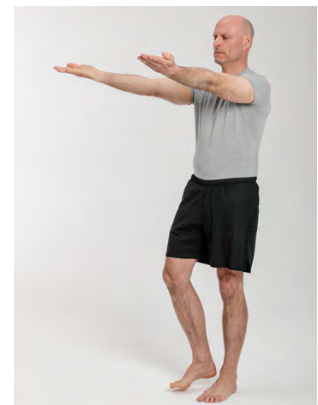
- **Wippen:** Patient wippt auf den Fußballen auf und ab, wenn das nicht geht kann aus den Knien heraus gewippt werden. Eine Verschärfung kann durch die Breite des Standes und durch geschlossene Augen erreicht werden.

Beurteilung: Beobachtet wird das Ausmaß der Schwankung, je schwieriger die Ausführung (Verschärfung) desto größer die Schwankung, trotzdem sollte ein kontinuierliches Wippen möglich sein.

- **Pull-Test:** Der Patient steht mit den Füßen hüftbreit, der Untersucher zieht von hinten kräftig an beiden Schultern, um einen Ausfallschritt zu provozieren. Man kann den Pull-Test natürlich auch nach vorne machen!

Beurteilung Pull-Test: Ein Schritt zum Ausgleich ist erlaubt. Auf das Abfedern durch den Rumpf ist zu achten.

Wenn einer oder mehrere dieser Tests auffällig sind, sollten das Gleichgewichtssystem und die zugehörigen Strukturen des Nervensystems untersucht werden. Es können aber natürlich auch andere Systeme betroffen sein. Ein propriozeptives Problem am Sprunggelenk kann auch zu einem auffälligen Einbeinstand führen. Hier ist wiederum die Anamnese sehr hilfreich. Hat der



Patient ein Kopf- oder ein Fußtrauma erlitten? Zudem gibt es eine Daumenregel, die bei unklarer Anamnese weiterhelfen kann. Werden die Beschwerden bei Bewegung schlimmer, sollten wir eher an den Kopf denken. Werden diese bei Bewegung besser, sollten wir eher an die Peripherie denken.

Sonderfall Lagerungsschwindel

Die Verlagerung von Otokonien aus den Otolithen in die Bogengänge betrifft meistens den hinteren, seltener den horizontalen und noch seltener den vorderen Bogengang. Deshalb sollte primär der hintere Bogengang getestet werden, die anderen Bogengänge können entsprechend mit einer veränderten Kopfposition getestet werden.

- **Lagerungsschwindel Test:** Es gibt im Wesentlichen zwei beschriebene Verfahren: Zum einen die Lagerung nach hinten (Lagerung nach Dix-Hallpike) und zum anderen die Lagerung zur Seite. Dabei wird jeweils der getestete Bogengang in der senkrechten Position in die Bewegungsrichtung gedreht. Beispiel: Möchte ich den rechten hinteren Bogengang testen, dann drehe ich dem Patienten den Kopf bei der Lagerung nach hinten 45° nach rechts und lege den Patienten dann auf den Rücken. Bei der Lagerung zur Seite muss der Kopf 45° nach links gedreht und der Patient auf die rechte Seite gelagert werden.

Beurteilung Lagerungsschwindel: Tritt bei der Lagerung Schwindel auf, ist der Test auffällig.

- **Behandlung durch Therapeuten:**

- **Hinteres Lagerungsmanöver (Epley):** Der Patient sitzt längs auf der Liege, beim rechten hinteren Bogengang wird der Kopf nach rechts gedreht. Im Anschluss legt sich der Patient rasch auf den Rücken, den Kopf überstreckt. Nach Abklingen des Schwindels wird der Kopf 90° nach links gedreht, es wird kurz gewartet und der Patient dreht sich um 90° auf die linke Seite (Blickrichtung ist jetzt Richtung Boden). Nun wird wieder kurz gewartet, dann richtet sich der Patient aus der Seitlage auf. Dies wird so oft wiederholt, bis kein Schwindel mehr auftritt.

- **Seitliches Lagerungsmanöver (Sémont):** Der Patient sitzt mittig am Liegenrand. Für den rechten hinteren Bogengang dreht er den Kopf nach links und legt sich zügig auf die rechte Seite. Im Anschluss wartet er kurz und wird dann mit Hilfe des Therapeuten schnell auf die linke Seite gelegt (Patient schaut jetzt zur Liege). Wenn der Schwindel abgeklungen ist, richtet sich der Patient wieder auf. Dies wird so oft wiederholt, bis kein Schwindel mehr auftritt.

- **Selbstbehandlung mit seitlichem Lagerungsmanöver (Brandt-Daroff):** Der Patient sitzt mittig am Bettrand, dreht den Kopf nach links und lässt sich nach rechts fallen. Im Anschluss wartet er kurz und richtet sich wieder auf, dreht nun den Kopf nach rechts und lässt sich nach links fallen. Er wartet wieder und richtet sich auf. Das Manöver wird so oft wiederholt, bis kein Schwindel mehr auftritt.

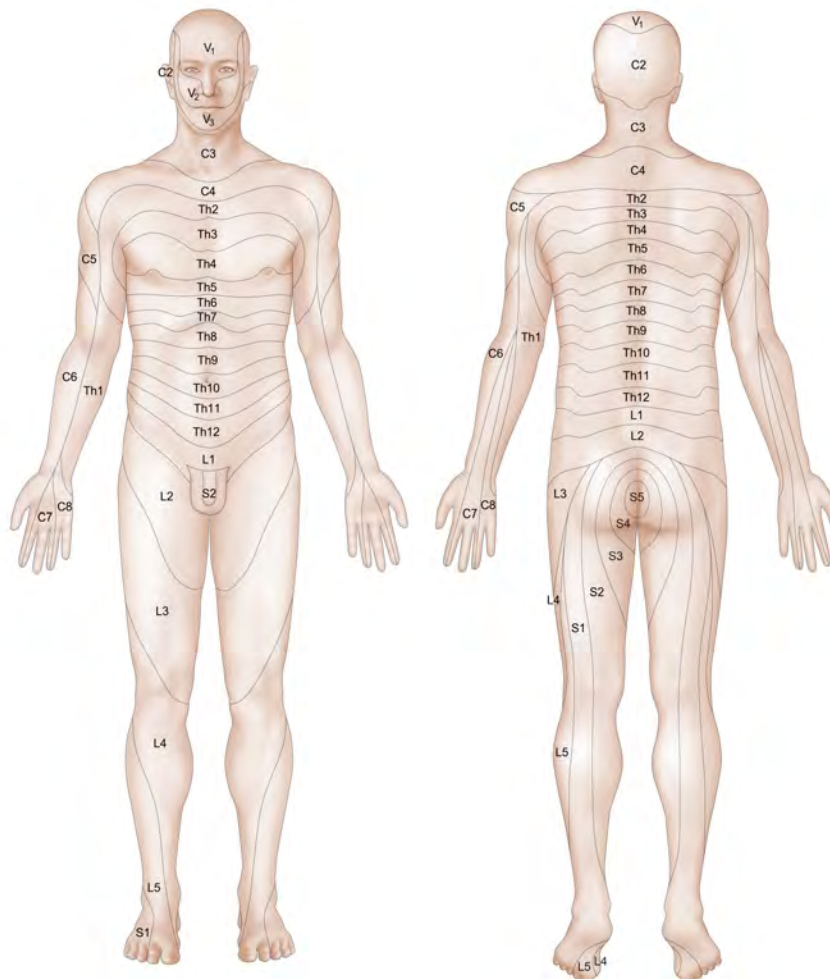
- Link: <https://www.lagerungsschwindel.net>

Anatomie der Somatosensorik

Videoclip 22: Somatosensorik - Anatomie

Somatosensorische Informationen sind im Wesentlichen mechanische oder räumliche Informationen aus den myofaszialen Geweben des Körpers und der Haut. Die Sensoren sind freie Nervenenden, Merkel-Tastscheiben (vertikaler Druck), Ruffini-Körperchen (Dehnung), Meissner-Körperchen (Druckänderung), Vater-Pacini-Körperchen (Beschleunigung, Vibration) und Krause-Endkolben (Beschleunigung). Auch taktile Informationen (Haptik) werden der Propriozeption zugeordnet, weil diese eine räumliche Information enthalten (Stereognosie). Aus theoretischen Gründen werden diese auch gerne der Exterozeption (Information über die Umwelt) zugeschrieben. Da diese aber dem somatosensorischen Cortex zugeordnet sind, werden diese Informationen hier aus neuroanatomischen Gründen der Propriozeption zugerechnet.

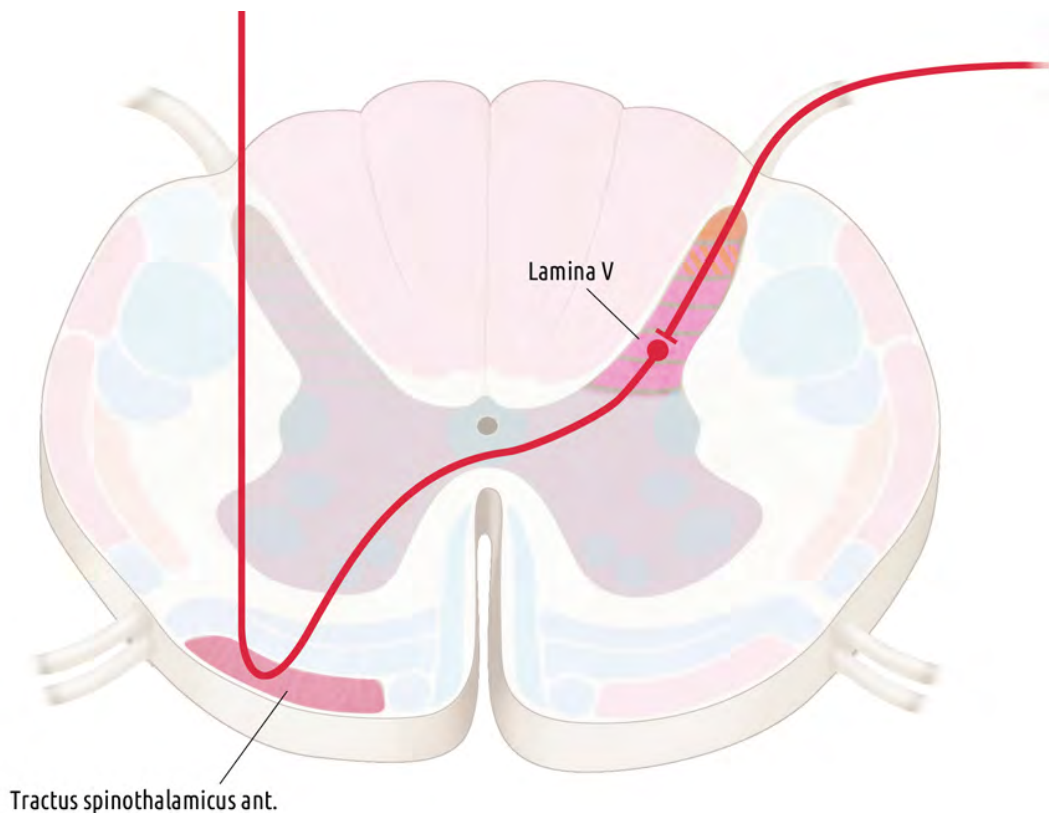
Fälschlicherweise wurde dem somatosensorischen Cortex auch die Rolle der Schmerz- und Temperaturwahrnehmung zugeordnet. Das ist funktionell-anatomisch nicht richtig, da diese Informationen zur Insula geleitet werden, dem System der Interozeption (Tractus spinothalamicus lat.). Grund war, dass man diese Neuronen mit sehr geringem Durchmesser früher nicht darstellen konnte und man deshalb angenommen hat, dass sie den gleichen Verlauf haben und wie die Fasern mit großem Durchmesser auch am somatosensorischen Cortex enden.



Anatomie und Funktion der Spinalnerven

Die distalen Neuronen der Propriozeption gehören zu den Faserklassen A α und A β . Sie sind in der Regel schnell adaptierende Neurone mit großem Durchmesser (hoher Energieverbrauch, online nur bei Bedarf). Umschaltort im Rückenmark ist hauptsächlich die Lamina V.

Zwischenstationen im Hirnstamm sind der Ncl. gracilis und der Ncl. cuneatus in der Medulla oblongata sowie das Cerebellum und der Thalamus. Sie enden im somatosensorischen Cortex. Da der Körper aber seine Position im Raum verändert, werden die möglichen Positionen im sogenannten peripersonalen Raum auch der Propriozeption zugeordnet. Die Repräsentation befindet sich im posteriorer Parietalcortex (PPC).



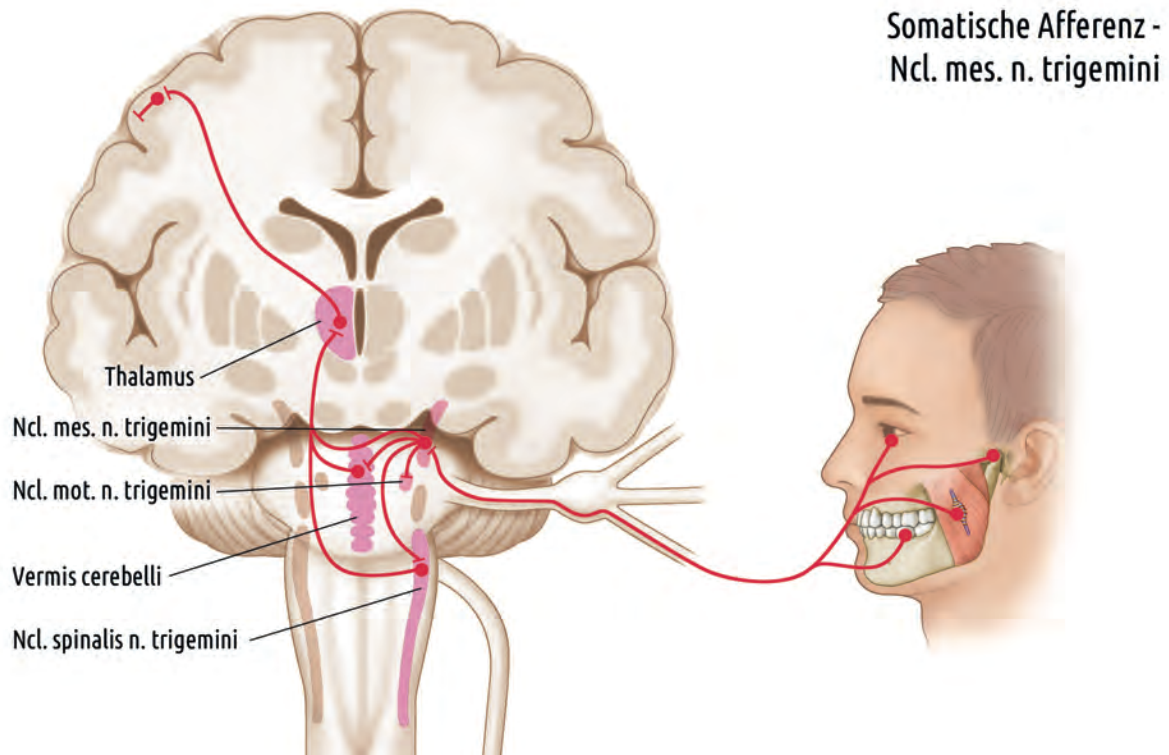
Anatomie und Funktion der propriozeptiven Leitungsbahnen

 [Videoclip 23: Leitungsbahnen - Somatosensorik](#)

Die Somatosensorik lässt sich zudem in vier wesentliche Leitungsbahnen unterteilen. Daneben gibt es noch einige Afferenzen, hauptsächlich zum Hirnstamm, welche die sensorischen und motorischen Systeme modulieren:

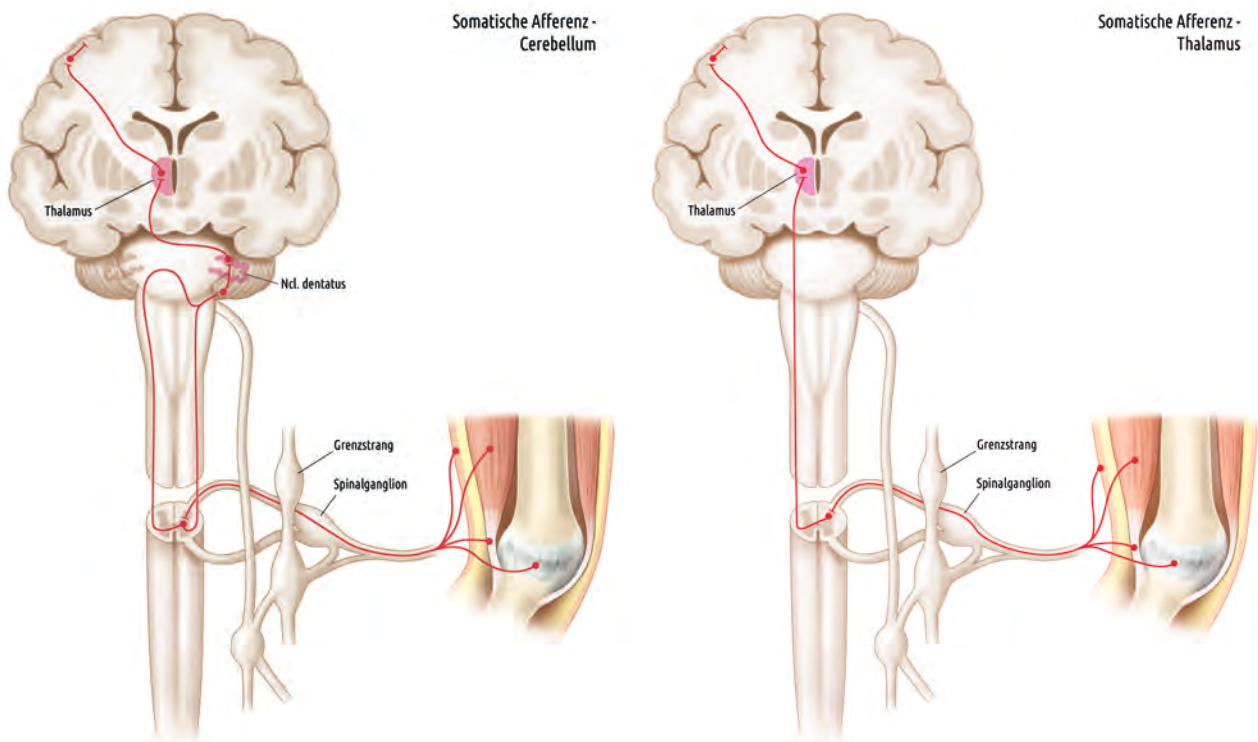
- Tractus trigeminothalamicus ventralis
- Tractus spinocerebellaris
- Tractus spinothalamicus anterior
- Fasciculus gracilis und cuneatus (Tr. spinobulbaris med. und lat.)

Tr. trigeminothalamicus ventralis

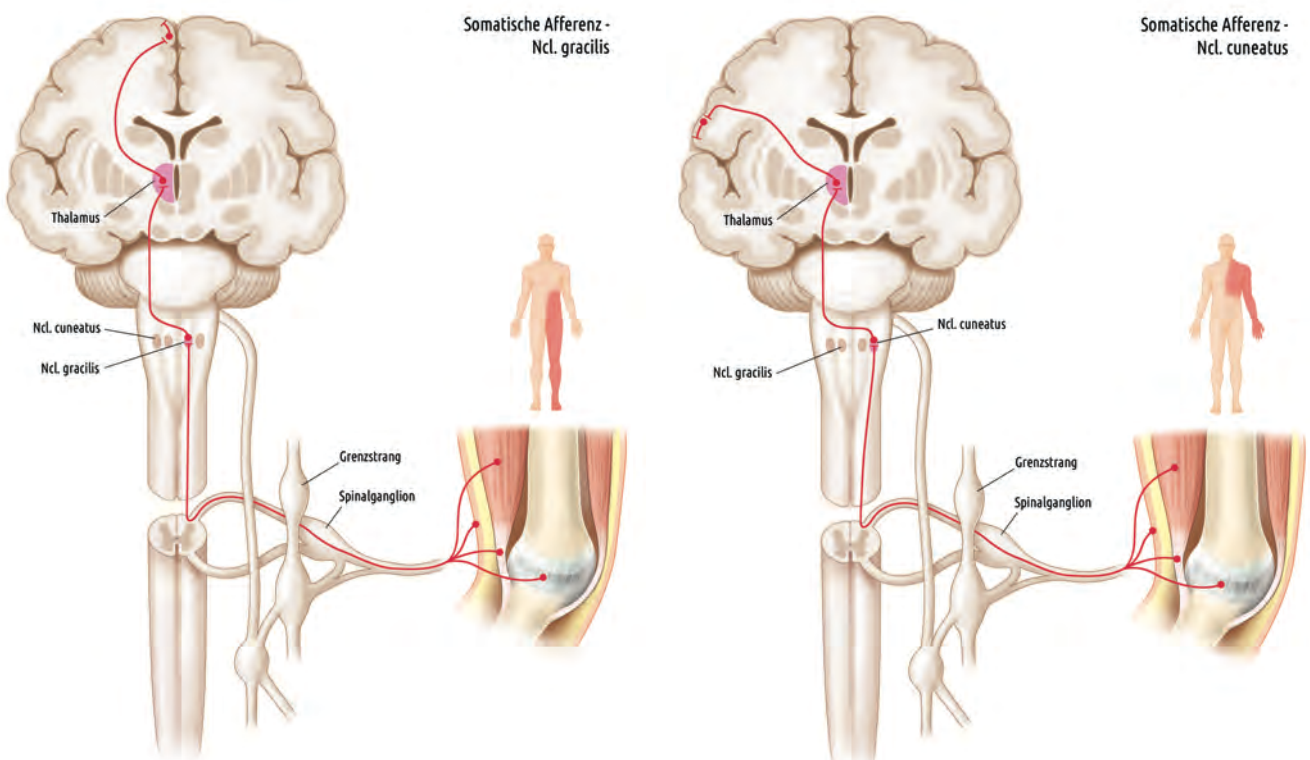


Während der Kiefer und insbesondere das Kiefergelenk bei den meisten Therapeuten schon im Fokus steht, ist das mit den Augen ganz anders. Bevor ich anfangs okulomotorische Funktionen im einzelnen zu testen, untersuche ich oft erst das Auge und integriere propriozeptive Störungen am Auge. Oft sind dann die okulomotorischen Störungen schon behoben. Man kann zwar das Auge nicht bewegen ohne eine sensorische Afferenz auszulösen, aber offenbar gibt es hier einen Unterschied, ob das Signal vom Körper selbst durch Aktivität erzeugt wurde oder ob es ein passiver propriozeptiver Reiz ist. Das gilt natürlich für den gesamten Körper und nicht nur für das Auge. Deshalb sind passive Bewegungen immer Teil der propriozeptiven Untersuchung.

Tr. spinocerebellaris und Tr. spinothalamicus anterior



Fasciculus gracilis und cuneatus (Tr. spinobulbaris med. und lat.)



Leitungsbahnen der Somatosensorik: Körper, Kopf (Augen, TMG, Zähne)

Struktur	Funktion
Haut, Muskel, Gelenk (TMG), Auge	Sensorik mechanischer Reiz
N. trigeminus (HN 5)	Propriozeption Kopf
Spinalnerv (SpN)	lokale Reflexe
Rückenmark (RM)	Integration mechanischer Reiz
Medulla oblongata (MOG) - Ncl. olivaris inf. - Ncl. gracilis u. cuneatus	- Synchronisation Cerebellum, motorisches - Lage, Berührung (ct)
MOG + C1-3 - Ncl. spinalis n. trig.	- Lage, Berührung (ct) Kopf
Pontomedulläre Formatio reticularis (PMFR)	Aufmerksamkeit
Cerebellum (CEREB) - Spinocerebellum	Integration Bewegungssinn
Pons (PONS) - Ncl. principalis n. trig.	- diskriminative Berührung Gesicht, intraor
Mesencephalon (MES) - Coll. superior - Ncl. mesencephalicus n. trig.	- Berührung-Blick-Steuerung - Bewegungssinn Augen, Kiefer, Gesicht
Thalamus - laterale Kerne	Umschaltung Synchronisation
Somatosensorischer Cortex (SENS) - S1 und S2	propriozeptive Karte
Insula (INS) - med. Insula	Wahrnehmung - Integration Interozeption, Exterozeption und Propriozeption