

Aus dem
Institut für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde
des Klinikums Benjamin Franklin
der Freien Universität Berlin
Direktor: Prof. Dr. H. Scherer

Anatomische und physiologische Untersuchungen zur Kinetoseempfindlichkeit

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
des Fachbereichs Humanmedizin
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von:
Stefan Hausmann
aus:
Nordhorn

Referent: Prof. Dr. H. Scherer

Koreferent: Prof. Dr. D. Böning

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs Humanmedizin der Freien Universität
Berlin

Promoviert am: 17.05.2002

Meinen Eltern

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Die Kinetose, ein weltweites Problem	1
1.2	Die Anatomie des Gleichgewichtorgans	3
1.2.1	Otolithenorgane	4
1.2.2	Bogengangorgane	5
1.2.3	Nervus Vestibularis	5
1.2.4	Besondere Strukturen des Vestibularorgans beim Fisch	5
1.2.5	Besondere Strukturen des Vestibularorgans beim Menschen	9
1.3	Die Physiologie des peripheren Gleichgewichtsorgans	9
1.3.1	Otolithenorgan	9
1.3.2	Bogengangsystem	10
1.3.3	Nervale Afferenzen	11
1.4	Die Physiologie der Gleichgewichtsempfindung	11
1.5	Kinetoseentstehung	13
1.5.1	Kinetoseauslösende Faktoren	13
1.5.2	Beteiligte Strukturen an der Kinetose	14
1.5.3	Aktuelle Modellvorstellung zur Kinetoseentstehung	14
1.5.4	Das Space Adaption Syndrom	15
1.5.5	Das Problem der individuell unterschiedlichen Kinetoseanfälligkeit	15
1.6	Bisherige vestibuläre Experimente am Fisch	17
2	Fragestellung	18
3	Material und Methode	19
3.1	Untersuchte Fischarten	19
3.2	Aufsuchen und Darstellung der Otolithenorgane des Fisches	19
3.3	Präparation der Otolithen	20
3.3.1	Mechanische Reinigung	20
3.3.2	Enzymatische Reinigung	21
3.3.3	Trocknung und Lagerung	21

3.4	Gewichtsbestimmung	21
3.5	Mikroskopische Fotodokumentation	22
3.6	Elektronenmikroskopische Untersuchungen	22
3.7	Röntgendarstellung der Otolithen	22
3.8	Lichtrückenreflex	22
3.9	Experimentelle Kinetose	24
	3.9.1 Apparativer Aufbau	24
	3.9.2 Bewertung von physiologischen und pathologischem Schwimmverhalten	27
3.10	Datenverarbeitung und Statistik	27
4	Ergebnisse	29
4.1	Bau der Otolithenorgane bei Lachs, Forelle, Scholle, Schwertträger und Sumatra-Barbe	29
4.2	Masse der Otolithen bei Lachs, Forelle, Scholle, Schwertträger und Sumatra-Barbe	31
4.3	Einfluß der mechanischen und enzymatischen Reinigung auf die Otolithen	32
4.4	Seitenvergleich der Otolithenmasse im Sacculus	37
4.5	Seitenvergleich der Otolithenmasse im Utriculus	38
4.6	Vergleich von Sacculus zu Utriculus	41
4.7	Stellung der Otolithen im Kopf	42
4.8	Einfluß der optischen Orientierung beim Fisch auf die räumliche Orientierung	46
	4.8.1 Lichtrückenreflex	46
	4.8.2 Infrarotbeleuchtung	46
	4.8.3 Multilaterale Beleuchtung	47
4.9	Experimentelle Kinetose am Schwertträger	47
	4.9.1 Individuell unterschiedliches Schwimmverhalten	47
	4.9.2 Korrelation von unterschiedlichem Schwimmverhalten und Differenzen der Otolithengewichte	48
4.10	Experimentelle Kinetose an der Sumatra-Barbe	50
	4.10.1 Individuell unterschiedliches Schwimmverhalten	50

	4.10.2 Korrelation von unterschiedlichem Schwimmverhalten und Differenzen der Otolithengewichte	53
5	Diskussion	55
5.1	Diskussion der Methodik	55
5.1.1	Methodik der Massebestimmung der Otolithen	55
5.1.2	Methodik der Darstellung der Otolithenorgane im Kopf	57
5.1.3	Methodik der Auslösung von experimenteller Kinetose	58
5.2	Diskussion der Ergebnisse	60
5.2.1	Die intra- und interindividuellen Differenzen des Otolithengewichts	60
5.2.2	Bedeutung der Vestibularorganposition im Kopf	65
5.2.3	Individuelle Unterschiede der Sensitivität bei (experimenteller) Kinetose	66
5.3	Vergleich der Physiologie der Gleichgewichtsempfindung von Fisch und Mensch	68
5.4	Vergleich von Sacculus und Utriculus	69
5.5	Diagnostische und therapeutische Ansätze bei Kinetose	70
6	Zusammenfassung	72
7	Schrifttum	73

Anhang

Danksagung

Herrn Prof. Dr. H. Scherer danke ich für die Überlassung des Themas, seinem Enthusiasmus und seinen zahlreichen Anregungen.

Bei Herrn Dr. K. Helling möchte ich mich für die geduldige Betreuung und wohlwollende Unterstützung dieser Arbeit bedanken.

Frau J. Duesterberg danke ich für die Anfertigung der rasterelektronenmikroskopischen Bilder.

Ich danke Herrn Dr. S. Hoth von der Fa. Gottfried Friedrichs KG, Fischräucherei in Hamburg-Altona für die freundliche Unterstützung bei der Beschaffung und kostenlosen Bereitstellung der Fischpräparate.

Überdies danke ich Herrn Prof. Dr. H. Ebel vom Institut für klinische Physiologie der FU Berlin für die Bereitstellung der Mikrofeinwaage zur Massenbestimmung der Otolithen.

Außerdem danke ich allen Freunden, die mich während der Erstellung der Arbeit unterstützt haben.