

DIE
KAROTISSINUSREFLEXE
AUF HERZ UND GEFÄSSE
VOM NORMAL-PHYSIOLOGISCHEN, PATHOLO-
GISCH-PHYSIOLOGISCHEN UND KLINISCHEN
STANDPUNKT

(Gleichzeitig über die Bedeutung der Blutdruck-
zügler für den normalen und abnormen Kreislauf)

VON

DR. H. E. HERING

o. PROFESSOR DER NORMALEN UND PATHOLOGISCHEN PHYSIOLOGIE
AN DER UNIVERSITÄT IN KÖLN A. RH.

Mit 45 ABBILDUNGEN



DRESDEN UND LEIPZIG
VERLAG VON THEODOR STEINKOPFF
1927

VORWORT.

Die Entdeckung der Karotissinusreflexe löste eine so große Zahl der verschiedensten Probleme aus, daß ich mich im Jahre 1924, wie schon seinerzeit angekündigt, entschloß, die Bedeutung des Sinus caroticus und der von ihm ausgehenden Reflexe vom normalphysiologischen, pathologisch-physiologischen und klinischen Standpunkt aus in Form einer Monographie zu bearbeiten. Leider wurde mir eine so eingehende Ausarbeitung, wie ich sie vor hatte, bis jetzt nicht möglich, da ich mich auf Wunsch der Fakultät genötigt sah, den Unterricht auch in der Normalphysiologie mit zu übernehmen, um zu ermöglichen, daß an der Universität in Köln auch die Vorkliniker studieren können. Wenn nun auch aus dem Folgenden hervorgeht, wieviel Probleme die Auffindung der Karotissinusreflexe berührt, so konnte ich doch aus dem eben erwähnten Grunde, obwohl ich schon an 110 Tieren experimentiert und viel Material gesammelt habe, die einzelnen Abschnitte nicht so ausführlich bearbeiten, als ich es gern getan hätte; auch habe ich das bis jetzt gewonnene Material noch nicht vollständig auswerten können. Um jedoch die ausführlichere und zusammenhängende Darstellung der seit 2½ Jahren gewonnenen Ergebnisse, die ich bis jetzt nur z. T. und nur in Kürze mitgeteilt habe, nicht noch weiter hinauszuschieben, habe ich mich jetzt zur Veröffentlichung meiner wesentlichsten Ergebnisse in der vorliegenden monographischen Form entschlossen.

Meine seit 1893 gepflogene Gewohnheit, die Lebensvorgänge, soweit es mir möglich war, immer vom normalphysiologischen, pathologisch-physiologischen und klinischen Standpunkt aus zu studieren, kam mir jetzt im Zusammenhang damit, daß ich mich viel mit Kreislauf Fragen experimentell und klinisch beschäftigt habe, bei dieser dreiseitigen Bearbeitung der Funktion der Karotissinusreflexe sehr zugute. So liefert diese Monographie gleichzeitig auch ein Beispiel für diese dreiseitige Bearbeitungsweise und zwar durch einen Bearbeiter.

Dem ersten Assistenten des Institutes, Herrn Dr. E. Koch, möchte ich für seine Hilfe bei den vielen experimentellen Untersuchungen hier noch besonders danken.

Köln, im Juli 1926.

H. E. Hering.

VORWORT.

Die Entdeckung der Karotissinusreflex löste eine so große Zahl der verschiedensten Probleme aus, daß ich mich im Jahre 1924, wie schon seinerzeit angekündigt, entschloß, die Bedeutung des Sinus carotidis und der von ihm ausgehenden Reflexe vom normalphysiologischen und pathologisch-physiologischen und klinischen Standpunkt aus in Form einer Monographie zu bearbeiten. Leider wurde mir eine so eingehende Ausarbeitung, wie ich sie vor hatte, bis jetzt nicht möglich, da ich mich auf Wunsch der Fakultät genötigt sah, den Unterricht auch in der Normalphysiologie mit zu übernehmen, um zu ermöglichen, daß an der Universität in Köln auch die Vorlesungen studieren können. Wenn nun auch aus dem Folgenden hervorgeht, weshalb Probleme die Aufklärung der Karotissinusreflexe, bezüglich der Kontakte, sehr leicht aus dem eben erwähnten Grunde, obwohl ich schon seit 1917 einen experimentellen und viel Material gesammelt habe, die einzelnen Abschnitte nicht so ausführlich bearbeiten, als ich es gern getan hätte; auch habe ich das bis jetzt gewonnene Material noch nicht vollständig auswerten können. Um jedoch die ausführenden und zusammenfassenden Darstellung der seit 2½ Jahren gewonnenen Ergebnisse, die ich bis jetzt nur z. T. und nur in Kürze mitgeteilt habe, nicht noch weiter hinauszuschieben, habe ich mich jetzt zur Veröffentlichung meiner wesentlichsten Ergebnisse in der vorliegenden monographischen Form entschlossen.

Meine seit 1893 geübte Gewohnheit, die Lebensvorgänge soweit es nur möglich war, immer vom normalphysiologischen, pathologisch-physiologischen und klinischen Standpunkt aus zu studieren, kann nun fast im Zusammenhang damit, daß ich mich viel mit Kreislauffragen experimentell und klinisch beschäftigt habe, bei dieser Gelegenheit die Bedeutung der Funktion der Karotissinusreflexe sehr zu Tage treten. So liefert diese Monographie gleichzeitig auch ein Beispiel für diese derzeitige Bearbeitungsweise und zwar durch einen Bearbeiter.

Dem ersten Assistenten des Institutes, Herrn Dr. E. Koch, möchte ich für seine Hilfe bei den vielen experimentellen Untersuchungen hier noch besonders danken.

INHALT.

	Seite
Vorwort	V
1. Wie ich zur Entdeckung der Funktion des Sinus caroticus und der von ihm ausgehenden Reflexe kam	1
2. Mitteilungen von mir und Dr. E. Koch, die dieser Monographie vorausgegangen sind	4
I. Teil. Normale Physiologie der Karotissinusreflexe.	
3. Zur Anatomie des Sinus caroticus	6
4. Die Präparation des Karotissinus bei Kaninchen, Hunden, Katzen und Affen	9
5. Untersuchungsmethode, Vorbereitungen der Tiere zum Versuch, sowie Zahl und Art der Versuchstiere	10
6. Experimenteller Nachweis, daß der Sinus caroticus der Ausgangsort eines herzhemmenden und eines gefäßerweiternden Reflexes ist	11
7. Experimenteller Nachweis, daß die Sinusreflexe normalerweise durch Drucksteigerung im Sinus ausgelöst werden	18
8. Auffindung des Sinusnerven beim Hund, bei der Katze, dem Kaninchen, dem Affen und dem Menschen, sowie der experimentelle Nachweis, daß dieser Nerv die Sinusreflexe vermittelt	27
9. Präparation des Sinusnerven	32
10. Über den tonischen Charakter der Karotissinusreflexe	33
11. Über die Tonusgröße des gefäßerweiternden Karotissinusreflexes und ihr Verhalten bei den verschiedenen zum Versuch verwendeten Tieren	35
12. Über den verschiedenen Anteil der beiden Karotissinusreflexe an der bei ihrer künstlichen Auslösung zu beobachtenden Blutdrucksenkung	38
13. Über die Bedeutung des Ausgangsortes der Karotissinusreflexe und die Bedeutung dieser für die Gehirnzirkulation	39
14. Über die natürliche Funktion der Sinusnerven und Aortennerven als Blutdruckzügler	41
15. Die gegenseitigen Tonusbeziehungen zwischen den Sinusnerven und den Aortennerven	42
16. Die Blutdruckzügler als Blutdruckförderer, eine Folge ihres Tonus	49
17. Über die Steigerung der Wirksamkeit eines Blutdruckzüglers bei seiner Reizung nach Ausschaltung von Blutdruckzüglern	50
18. Über den Vergleich des Karotissinus mit der Aorta ascendens hinsichtlich ihrer Anspruchsfähigkeit für Dehnung gegenüber dem Blutdruck	55
19. Über die Aorten- und Karotissinusreflexe als die bis jetzt allein sicher bekannten Gefäßeigenreflexe	57

	Seite
20. Literaturangaben über die Wirkung des Verschlusses der Carotides communes, der künstlichen Erhöhung des Durchströmungsdruckes in ihnen, sowie über die Art der Abhängigkeit der Herzschlagzahl vom arteriellen Blutdruck	58
21. Über die Karotissinusreflexe beim Menschen	72
22. Zusammenfassende Übersicht der Ergebnisse des I. Teiles	83
II. Teil. Pathologische Physiologie der Karotissinusreflexe auf Grund der Tierversuche.	
23. Über das Verhalten des Karotissinusherzreflexes und des Aortenherzreflexes unter dem Einfluß abnormer Koeffizienten (Auslösungsmodus, Operation, Narkotika, Digitalis, Kalziumchlorid)	89
24. Über das Auslösen heterotoper Herzschläge durch Verschuß der Carotides communes	93
25. Über das Beseitigen heterotoper Herzschläge durch Erregung von Blutdruckzügeln	94
26. Über die Reaktionsfähigkeit der Blutdruckzügler nach ihrer Ausschaltung	96
27. Über die akute und chronische Hypertonie oder Hypotonie bzw. Atonie der Blutdruckzügler und ihre Folgen	103
28. Über die Beziehungen der Karotissinus- und Aortenreflexe zum Kußmaul-Tennerschen Versuch	111
29. Zusammenfassende Übersicht der Ergebnisse des II. Teiles	120
III. Teil. Pathologische Physiologie der Karotissinusreflexe auf Grund der Beobachtungen beim Menschen.	
30. Über das Verhalten des Karotissinusherzreflexes beim Menschen unter dem Einfluß abnormer Koeffizienten	124
31. Über das Verhalten des Karotissinusgefäßreflexes beim arteriellen Hochblutdruck des Menschen	131
32. Gibt es arteriellen Hochblutdruck beim Menschen infolge Wegfalls der Funktion der Blutdruckzügler?	138
33. Über die Beziehungen chirurgischer Eingriffe zu den Karotissinusreflexen	142
34. Über die Einwirkung auf den Karotissinus beim Erhängen oder Erwürgen und beim Boxen.	144
35. Zusammenfassende Übersicht der Ergebnisse des III. Teiles	148

1. Wie ich zur Entdeckung der Funktion des Sinus caroticus kam.

Den Ausgangspunkt der Überlegungen bildete der sog. Czermak-sche „Vagusdruckversuch“.

Bekanntlich teilte im Jahre 1866¹⁾ der Physiologe in Jena, Prof. Joh. Czermak unter dem Titel „Über mechanische Vagusreizung beim Menschen“ mit, daß, wenn er rechts auf die Karotis oberhalb des oberen Randes des M. sternocleidomastoideus „einen mäßigen Druck“ ausübte, die Pulsfrequenz abnimmt. Er fügte 1868²⁾ hinzu, daß dort, wo er den Druck ausübt, „eine rundliche pulsierende Anschwellung zu fühlen ist“. Er spricht auch hier von „einem mäßigen plötzlichen Fingerdruck“. Die Abnahme der Pulsfrequenz erklärte er (S. 35) durch „eine künstliche, mechanische lokale Reizung des Vagus“ und fügte auf S. 38 hinzu, daß von ihm die „beschriebenen Veränderungen des Herzschlags als unzweifelhafte Wirkung einer direkten mechanischen Druckreizung des Vagus am Halse nachgewiesen sei“.

Diese Erklärung wurde seit mehr als einem halben Jahrhundert für richtig angesehen. Ich selbst begann 1905, als wir in Prag damit anfangen, den „Czermakschen Vagusdruckversuch“ zur Analyse der Herzunregelmäßigkeiten zu benutzen, an der Richtigkeit jener Erklärung zu zweifeln. Anlaß gab mir hierzu die Beobachtung an einer älteren Frau, bei der schon das leichte Auflegen des Fingers auf die eine Karotis das Herz seltener schlagen ließ. Daß bei diesem leichten Druck der Vagus mechanisch gereizt werden sollte, schien mir unwahrscheinlich. Da jedoch die Karotis ziemlich rigide war, hielt ich es damals immerhin nicht für ausgeschlossen, daß bei sehr hoher Empfindlichkeit des Vagus die Erklärung zutraf. Um dies zu prüfen, nahm ich mir vor, die mechanische Erregbarkeit des Vagus bei Säugetieren experimentell besonders zu untersuchen. Viele andere Probleme beherrschten damals aber mein Denken, so daß ich erst 1914 hier in Köln dazu kam, solche Versuche zu machen, die ich nach dem Kriege im Jahre 1919 wiederholte.

¹⁾ Jen. Ztschr. f. M. u. Naturw. (1866).

²⁾ Prag. Vierteljahrsschr. 100, 30 (1868).

Die an Kaninchen und Hunden ausgeführten, in der verschiedensten Weise variierten Experimente ergaben, daß auch die stärkste Kompression des freigelegten Vagus kein Seltenerwerden des Herzschlages bewirkte, wie es beim Czer makschen Vagusdruckversuch zu beobachten ist.

Bei diesen Experimenten im Jahre 1919 fand ich bei der Nachprüfung des Druckversuches, wie er beim Menschen ausgeführt zu werden pflegte, daß ein Druck mit den Fingern auf den Larynx beim Kaninchen ein Seltenerwerden des Herzschlages hervorruft (Larynxdruckversuch).

Alle diese Beobachtungen bestimmten mich, in einem am 16. Okt. 1919 im Medizinisch-Wissenschaftl. Verein der Universität gehaltenen Vortrag darauf aufmerksam zu machen, daß es durchaus nicht erwiesen sei, daß es sich beim sog. Vagusdruckversuch um eine mechanische Reizung der herzhemmenden Vagusfasern handele, vielmehr sprächen gewisse klinische Beobachtungen, sowie meine experimentellen Untersuchungen dagegen. Speziell auch der Larynxdruckversuch, bei dem es sich um eine mechanische Auslösung eines Reflexes handelt, ließ mich daran denken, daß es sich beim sog. Vagusdruckversuch ebenfalls um einen Reflex handeln dürfte.

Auf dem Kongreß für innere Medizin im April 1923 wies ich neuerdings darauf hin, daß es beim Menschen zweifellos Fälle gibt, bei denen durch ganz leichten Druck auf die Karotis die herzhemmenden Vagusfasern reflektorisch erregt werden und zwar nicht durch Druck auf den Vagus. Statt Vagusdruckversuch wäre in diesen Fällen besser Karotisdrukversuch zu sagen.

In der Sitzung vom 4. Mai 1923 der Wissenschaftl. Gesellschaft in Köln demonstrierte ich einen der mir zu diesem Zwecke zur Verfügung gestellten Patienten der Klinik von Herrn Geheimrat Moritz, bei dem ebenfalls ein sehr schwacher Druck auf die Karotis genügte, eine sehr starke Reaktion, d. h. ein Seltenerwerden des Herzschlages auszulösen. Bei diesem Kranken trat die Reaktion auch auf, wenn man die Karotis, ohne in der Richtung gegen die Wirbelsäule und den Vagus zu drücken, in der Gegend der Teilungsstelle nach oben, d. h. kopfwärts verschob. Im besonderen fiel mir auf, daß der Ort, von dem aus man die Reaktion erhielt, in der Gegend der Teilungsstelle der Carotis communis lag.

In meiner darauf folgenden Mitteilung über den Karotisdrukversuch in der M. m. W. betonte ich nochmals, daß auf Grund der klinischen Befunde als Ausgangsorgan des Druckreflexes die Karotis

und speziell ihre Teilungsstelle als der prädilektive Auslösungsort des Reflexes anzusehen sei, was mein Assistent Dr. Koch, dem ich die weitere Untersuchung der klinischen Fälle überließ, in seiner Mitteilung näher ausführte.

Da nach alledem die Teilungsstelle der Carotis communis als Ausgangsort des Karotisreflexes erschien, sagte ich mir, daß in dieser Gegend wohl auch ein besonderes Gebilde vorhanden sein dürfte, von dem der Reflex ausgeht. In der Anatomie stieß ich nun beim Suchen nach diesem fraglichen Gebilde auf den Sinus caroticus, eine Erweiterung in der Gegend des Anfangsteiles der Carotis interna, die zwar den Anatomen bekannt ist, nach deren Funktion aber bisher noch niemand gefragt hat. Dieses Gebilde schien mir nach seiner Lokalität wohl der Ausgangspunkt des Reflexes sein zu können und ein zu diesem Zwecke an einem größeren Hunde am 26. Februar 1924 angestellter Versuch ergab die Richtigkeit dieser Annahme.

Damit war nicht nur der schon klinisch ziemlich genau lokalisierte Ausgangspunkt des Herzreflexes experimentell noch genauer festgestellt, sondern auch noch ein von dieser Stelle ausgehender Gefäßreflex aufgefunden, der sich als noch wichtiger herausstellte als der Herzreflex.

Mit der Auffindung der Sinusreflexe rückten eine Anzahl von Kreislaufproblemen in eine neue Beleuchtung, mit deren Lösung sich die folgenden Ausführungen beschäftigen.

So war ich schrittweise der Erklärung für den sog. Vagusdruckversuch immer näher gekommen, bis die Auffindung der Funktion des Sinus caroticus das Rätsel löste. Wie es aber nicht selten bei dem Experimentieren geht, war nicht nur das angestrebte Ziel erreicht, sondern weit darüber hinaus ein Fund gemacht, der viele Kreislaufprobleme berührte.

2. Mitteilungen von mir und Dr. Koch, die der Monographie vorangingen¹⁾.

1. H. E. Hering, Kurzes Referat über den Larynxdruckversuch. *M. m. W.* **1** (1920). (Nach einem am 16. Okt. 1919 gehaltenen Vortrag.)
2. H. E. Hering, Werden beim Vagusdruckversuch die herzhemmenden Vagusfasern direkt oder indirekt erregt? *Verh. D. Ges. f. inn. M.* **93** (April 1923).
3. H. E. Hering, Demonstration des Karotisdruckversuches in der Sitzung d. Wissenschaftl. Med. Gesellschaft a. d. Univ. Köln am 4. Mai 1923. *Ref. M. m. W.* **26**, 859 (1923).
4. H. E. Hering, Der Karotisdruckversuch. *M. m. W.* **42**, 1287 (1923).
5. E. Koch, Klinische Beobachtungen zum Karotisdruckversuch. *M. m. W.* **43**, 1316 (1923).
6. H. E. Hering, Der Sinus an der Karotisteilungsstelle als Ausgangspunkt eines herzhemmenden Reflexes und eines depressorischen Gefäßreflexes. *Verh. D. Ges. f. inn. M.* (Kissingen 1924).
7. E. Koch, Über den depressorischen Gefäßreflex beim Karotisdruckversuch am Menschen. *Verh. D. Ges. f. inn. M.* (Kissingen 1924).
8. H. E. Hering, Der Sinus caroticus an der Ursprungsstelle der Carotis interna als Ausgangsort eines hemmenden Herzreflexes und eines depressorischen Gefäßreflexes. (Gleichzeitig 2. Mitteilung über den Karotisdruckversuch.) *M. m. W.* **22**, 701 (1924).
9. E. Koch, Über den depressorischen Gefäßreflex beim Karotisdruckversuch am Menschen. *M. m. W.* **22**, 704 (1924).
10. H. E. Hering, Die Sinusreflexe vom Sinus caroticus werden durch einen Nerven (Sinusnerv) vermittelt, der ein Ast des Nervus glossopharyngeus ist. (Gleichzeitig 3. Mitteilung über den Karotisdruckversuch.) *M. m. W.* **37**, 1265 (1924).
11. H. E. Hering, Der Sinusnerv und die Art der Abhängigkeit der Herzschlagzahl vom Blutdruck (mit Demonstration). Autoreferat

¹⁾ Ich werde mich im folgenden wiederholt auf diese Mitteilungen beziehen, und zwar in der Form z. B.: (s. Mitt. 1).

M. m. W. **50**, 1775 (1924). (Nach einem am 14. Nov. 1924 gehaltenen Vortrag.)

12. H. E. Hering, Die Änderung der Herzschlagzahl durch Änderung des arteriellen Blutdruckes erfolgt auf reflektorischem Wege. (Gleichzeitig eine Mitteilung über die Funktion des Sinus caroticus bzw. Sinusnerven.) Pflüg. Arch. **206**, 721, (1924).

13. H. E. Hering, Zur Analyse des arteriellen Hochdrucks beim Menschen mit Hilfe des beim Karotisdrukversuch auslösbaren druck-senkenden Gefäßreflexes. (M. m. W. **9**, 339—341 (1925).

14. K. Meurers, Über die Folgen der gleichzeitigen oder ungleichzeitigen Unterbindungen der Carotides communes bei Kaninchen. Ztschr. f. d. ges. exper. M. **46**, 1—2, § 135 (1925).

15. H. E. Hering, Über die Wand des Sinus caroticus als Reizempfänger und den Sinusnerv als zentripetale Bahn für die Sinusreflexe. D. m. W. **28**, (1925).

16. H. E. Hering, Über das Auslösen oder Beseitigen heterotoper Herzschläge beim Karotisdrukversuch. Wien. Arch. f. inn. M. **10** (1925).