

Neue Vestibularisphänomene.

Von Max Heinrich Fischer.

(Nach einem Vortrage am 10. Feber 1925 in der biologischen Sektion des Lotos.)

Alle beim Menschen bisher bekannten, durch Vestibularisreizung hervorgerufenen Folgeerscheinungen (Nystagmus; Vestibulare Körperreflexe; Körperdrehreflex, Körperneigungsreflex und deren Teilerscheinungen: Abweichreaktion und Arm-Tonus-Reaktion; Fallreaktion, Vorbeizeigen; Gangabweichung und Drehempfindung usw.) müssen entweder auf eine einseitige Beeinflussung eines Vestibularapparates oder eine gegensinnige Beeinflussung beider Vestibularapparate bezogen werden. Die Beeinflussung muß sozusagen im Zustande beider Labyrinth ein Gefälle, ein Ungleichgewicht erzeugen. Das geschieht mit den üblichen Methoden der (passiven) Drehung, der einseitigen Kalt- oder Warmspülungen oder der Galvanisation des Kopfes. Es ist bemerkenswert, daß die dadurch hervorgerufenen Reflexe und Reaktionen sich ausnahmslos auf asymmetrische sogen. tonische Innervationen der Kopf- und Körpermuskulatur zurückführen lassen.

Durch gleichartige Beeinflussung beider Vestibularapparate hervorgerufene Reflexe oder Reaktionen waren bisher nicht bekannt. So wurden z. B. bei oder nach Progressivbewegungen, Linearduktionen (nach A. Tschermak) keine Reflexe am Menschen beschrieben. Linearvektionen, d. h. ausgesprochene Empfindungen bei geradlinigen Bewegungen gibt es; diese zeigen sogar einen rhythmischen Ablauf.¹⁾ Bei Tieren wiesen hauptsächlich Magnus und de Kleijn eine Reihe von Reflexen auf Linearduktionen nach.²⁾ Es fehlten uns einstweilen die nötigen technischen Einrichtungen, am Menschen derartige Studien vornehmen zu können.

Es wurden deshalb zunächst Versuche mit gleichseitigen, gleichartigen Spülungen beider Ohren vorgenommen, von denen

¹⁾ M. H. Fischer, Münchn. med. Wochenschr. 1922 S. 1883.

²⁾ Breuers bekannte Hypothese, daß diese Reflexe von den Otolithenorganen ausgelöst werden, ist nicht mehr stichhältig, nachdem sie die genannten Autoren auch nach Abschleuderung der Otolithen erhalten fanden. Es müssen also wenigstens die Bogengänge an deren Genese mitbeteiligt sein.

bisher allgemein behauptet worden war, daß sie ineffektiv bleiben, wenn die beiden Vestibularapparate in gleichem Zustande sind. Eben gerade deshalb wurde diese Methode zur Feststellung von Erregbarkeitsdifferenzen beider Labyrinth benützt. (R u t t i n.)

Diese Anschauung läßt sich heute nicht mehr aufrecht erhalten, denn ich konnte schon vor einiger Zeit mit W o d a k ¹⁾ zeigen, daß auch bei gleichzeitiger äqualer Spülung beider Ohren ganz charakteristische Reflexe auftreten. Spült man z. B. eine ohrgesunde Versuchsperson beiderseits mit 150 cm³ H₂O von etwa 20° C in zirka 1 Minute bei aufrechter Kopf- und Körperhaltung, so fällt sie nach einer gewissen Latenzzeit gestreckt um die Fußspitzen als Drehpunkt nach vorne. Wir nannten diese Erscheinung „Pulsionsreflex“ PR, und zwar Propulsionsreflex PPR, weil es sich um ein Fallen nach vorne handelt. Bei reiner Rückwärtsbeugung des Kopfes wird der PPR verstärkt. Wird der Kopf stark nach vorne gebeugt, so ändert sich die Richtung des PR, die Versuchsperson fällt alsbald nach hinten, Retropulsionsreflex RPR. Beobachtet man die Versuchsperson an Ringen hängend, wobei der Unterstützungspunkt des Körpers von unten nach oben verschoben wird, so werden die Beine bei vorgebeugtem Kopfe stark nach hinten oben gehoben, so daß eine typische Kreuzhohlstellung zustande kommt; der Zug an den Beinen kann dabei so stark sein, daß man geradezu Schmerzen im Kreuze verspürt. Bei rückwärtsgebeugtem Kopfe werden umgekehrt die Beine bauchwärts erhoben. Die Beinstellungen können dabei recht lange erhalten bleiben, ohne daß man die Empfindung hätte zu ermüden.

Es gibt eine bei jeder Versuchsperson ganz bestimmte Kopfstellung, die meist in einer leichten Vorbeugung besteht, bei welcher sowohl im Stehen, als auch im Hängen nicht die Spur der eben geschilderten Erscheinungen nachzuweisen ist; wir nennen diese Lage des Kopfes die „I n d i f f e r e n z s t e l l u n g“

Die Abhängigkeit der Fallrichtung von der Kopfstellung und auch die Indifferenzstellung lassen sich nur eine gewisse Zeit nach der Spülung nachweisen; ist einmal ein bestimmter Zeitpunkt überschritten, dann besteht der PR unabhängig von der Kopfstellung weiter. Aber der PR zeigt einen rhythmischen Phasenablauf, er wechselt, immer schwächer werdend, spontan in gewissen Zeiträumen seine Richtung. Dieser langdauernde Phasenablauf ist uns ja von anderen vestibulären Reflexen zur Genüge bekannt.

Bei einer beiderseitigen gleichartigen Warmspülung ist die Richtung des PR gerade umgekehrt wie bei der Kaltspülung,

¹⁾ M. H. Fischer u. E. Wodak, Klin. Wochenschr. 3, 1406. 1924.

nur sind die Reflexe im allgemeinen schwächer. Sonst gelten alle obengenannten Gesetze.

Sehr bemerkenswert ist, daß man durch Galvanisation des Kopfes gar keine Effekte bekommt, wenn man eine gegabelte Anode (Kathode) an die Processus mastoidei und eine Kathode (Anode) in die Mitte der Stirne setzt. Es tritt höchstens leichtes Schwanken des Körpers auf, offenbar deshalb, weil die Stromstärke rechts und links doch nicht ganz gleich ist, bzw. Schwankungen unterworfen ist. Rückt man mit der Stirnelektrode etwas seitlich, dann treten sofort Körperdrehreflex, Körperneigungsreflex, vestibuläres Umfallen usw. auf, Effekte, die auf eine ungleichmäßige Beeinflussung beider „Vestibularapparate“ hinweisen. Schon aus diesen Tatsachen geht hervor, wie wesensverschieden die Einwirkungen der Kalorisation und der Galvanisation auf die Vestibularapparate sein müssen.

Bei gleichzeitiger äqualer Kaltspülung (Kalorisation) beider Ohren kommt es also sicher zu bestimmten Zustandsänderungen in den Vestibularapparaten. Bei den Pro- und Retropulsionsreflexen handelt es sich um rein *symmetrische* Innervationen der beiden Körperhälften. Die *symmetrischen* Innervationen werden unter den genannten Bedingungen solange beibehalten, als die Verbindungslinie der beiden Labyrinth wagrecht steht, d. h. mit der Schwerkraftsrichtung einen Winkel von 90 Grad einnimmt. Es ist sehr wahrscheinlich anzunehmen, daß es sich in diesen Fällen um gleiche Zustandsänderungen in den beiden Vestibularapparaten handelt.

Man kann nun aber nach einer vorausgegangenen gleichzeitigen äqualen Kalorisation beider Ohren bei aufrechter Kopfhaltung sofort *asymmetrische* Reflexinnervationen zur Auslösung bringen, wenn man den Kopf so stellt, daß die Verbindungslinie der beiden Labyrinth mit der Schwerkraftsrichtung einen kleineren, bzw. komplementären größeren Winkel einschließt als 90 Grad oder direkt parallel zur Schwerkraftsrichtung steht, wobei man die stärksten asymmetrischen Effekte erzielt. So z. B. bewirkt eine Kopfneigung zur linken Schulter nach vorausgegangener beiderseitiger Kaltspülung prompt ein Umfallen diametral entgegengesetzt nach rechts; wir nannten dies Lateropulsion LPR; Kopfneigung zur rechten Schulter erzeugt LPR nach links, Kopfneigung und Beugung nach links vorne eine Kombination von RPR und LPR nach rechts, die Versuchsperson fällt nach rechts hinten. Betrachtet man diese Reflexe bei hängenden Personen, so sieht man wieder, wie die Beine entgegengesetzt der Kopfneigung resp. Kopfbeugung kräftig erhoben werden.

Das Auftreten solcher asymmetrischer Innervationen unter den erwähnten Bedingungen würde darauf hindeuten, daß es dabei trotz vorausgegangener gleichartiger Beeinflussung in

beiden Labyrinthen zu entgegengesetzten Zustandsänderungen kommt, daß ein Ungleichgewicht, ein Gefälle erzeugt wird. Erweist sich diese Anschauung als begründet, dann muß *ceteris paribus* bei Kopfstellungen, wo die Verbindungslinie der beiden Labyrinth mit der Schwerkraftrichtung einen anderen Winkel als 90 Grad einschließt, ein *Nystagmus* bestehen. Ein solcher ist in der Tat konstant nachweisbar.

Man nimmt am bequemsten die beiderseitige äquale Kaltspülung in Rückenlage bei nach aufwärts gewendetem Gesichte vor, nachdem sich einmal herausgestellt hatte, daß die Lage des Kopfes im Raume dabei vollkommen gleichgültig ist, wenn nur die Verbindungslinie der beiden Labyrinth wagrecht steht. Es ist bei völlig ohrgesunden Individuen dann niemals eine nystagmische Augenbewegung zu sehen. Der Nystagmus tritt erst auf, wenn der Kopf nach rechts oder links gedreht ist (gleichgültig ob rasch oder langsam, mit offenen oder geschlossenen Augen gedreht wurde), so daß die Schwerkraftrichtung mit der Verbindungslinie der beiden Labyrinth andere Winkel einschließt als 90 Grad. Der Nystagmus¹⁾ tritt nach einer Latenzzeit von wenigen Sekunden auf, ist am stärksten, wenn die Verbindungslinie der beiden Labyrinth in der Schwerkraftrichtung (lotrecht) liegt und verschwindet nach einiger Zeit. Es scheint dreierlei Typen zu geben. Weitaus am häufigsten tritt ein rotatorischer Nystagmus 1.—3. Grades zum tieferliegenden Ohre auf, das heißt, der obere Kornealpol bewegt sich bei der schnellen Komponente nach unten, z. B. bei Linksdrehung des Kopfes um 90 Grad nach links unten. Bei anderen Versuchspersonen kann dieser rotatorische Nystagmus mit einem horizontalen zur Gegenseite, also zum höherliegenden Ohre kombiniert sein; ein dritter Typ besteht darin, daß dieser horizontale Nystagmus allein besteht. Die Befunde sind bei derselben Versuchsperson absolut konstant. Wird selbst während des stärksten Nystagmus der Kopf wieder in seine Ausgangslage gebracht, d. h. wird das Gesicht nach oben gewendet und dabei die Verbindungslinie der Labyrinth wieder wagrecht gestellt, dann verschwindet der Nystagmus in kürzester Zeit, es herrscht vollständige Augenruhe. Jedoch läßt er sich innerhalb eines gewissen Zeitraumes durch Kopfdrehung in eine seitliche Lage wieder in typischer Weise auslösen. Soviel hier nur über die Grundphänomene, die genaueren Ausführungen werden an anderer Stelle gegeben.

In Hinsicht auf die theoretische Deutung dieser Tatsachen sei noch erlaubt, ein schematisches Bild zu skizzieren, das man erhält, wenn man die Verwendbarkeit der *Bárány* schen Strömungshypothese zur Voraussetzung macht, was allerdings einst-

¹⁾ Selbstredend wurde zuerst nachgesehen, ob nicht ohne vorausgegangene Spülung unter diesen Umständen Nystagmus auftrat, was bei normalen Individuen nie der Fall ist.

weilen dahingestellt bleibe. Ein gewisser Vorteil eines solchen Bildes erscheint dadurch gegeben, daß man dabei zu einer Darstellung gelangt, in der speziell die Kliniker heute vielfach zu denken gewohnt sind. Mehr als die Bedeutung eines noch dazu unvollständigen Bildes kann den folgenden Ausführungen einstweilen nicht zugebilligt werden.

Nehmen wir an, ein Individuum hätte in aufrechter Stellung seinen Kopf so stark vorgebeugt, so daß seine beiden äußeren (horizontalen) Bogengänge mit den Ampullen nach abwärts lotrecht ständen. Wird nun an einem Ohre eine Kaltspülung vorgenommen, dann müßte nach B á r á n y s Anschauung infolge stärkster Abkühlung am Promontorium des einen äußeren Bogenganges dort die Endolymphe dichter werden und infolge ihres größeren spezifischen Gewichtes ampullopetal strömen. Es wäre nicht einzusehen, warum man dann nach einer doppelseitigen Kaltspülung dies nicht für beide äußere Bogengänge annehmen sollte. Es würde also in beiden Bogengängen zu ampullopetalen Strömungen kommen, was einer gleichartigen Beeinflußung beider Vestibularapparate gleichkäme und mit symmetrischen Reflexen verbunden wäre, es resultiert ja ein RPR. Wird nun der Kopf soweit erhoben, daß die äußeren Bogengänge wagrecht stehen, dann könnte keine Strömung der Endolymphe statthaben, da das Gefälle fehlt: Reflexe dürften keine vorhanden sein, was der beobachteten Indifferenzlage entspräche. Wenn nun der Kopf symmetrisch nach rückwärts gebeugt wird, so kommen die beiden äußeren Ampullen höher zu liegen als ihre Bogengangschenkel; es müßte also infolge der Abkühlung an den Promontorien nach der vorausgegangenen beiderseitigen Kaltspülung in beiden äußeren Bogengängen nunmehr zu einer ampullofugalen Strömung der Endolymphe kommen. Der Effekt wäre wieder ein symmetrischer Reflex, da ja die gleichartige Beeinflußung beider Vestibularapparate beibehalten wird, nur von umgekehrter Richtung als bei vorgebeugtem Kopfe: das tritt in der Tat ein, bei Rückwärtsbeugung des Kopfes besteht PPR. Das Stadium, in welchem die Kopfstellung einflußlos bleibt und der PR spontan innerhalb gewisser Zeitabstände Richtungswechsel zeigt, wäre dann so aufzufassen, daß es sich um rein zentral ausgelöste Phasen handelt, da sich die Temperaturdifferenzen im Felsenbeine bereits ausgeglichen haben und Erregungen im peripheren Rezeptionsorgane nicht mehr bestehen.

Daß beiderseitige Warmspülung *ceteris paribus* gerade umgekehrte, sonst aber völlig analoge Reflexe auslöst als Kaltspülung, erscheint auch verständlich, wenn man annimmt, daß die Endolymphe in der Nähe des erwärmten Promontoriums an Dichte verliert und infolge ihres geringeren spezifischen Gewichtes bei tiefer liegenden Ampullen durch ihr Aufwärtssteigen

zu einer ampullofugalen Strömung führen würde, umgekehrt bei höher liegenden Ampullen, d. h. bei rückwärtsgebeugtem Kopfe.

Im Sinne dieser Betrachtung könnte man also sagen; Solange die Verbindungslinie der beiden Labyrinth wagrecht steht, käme es in beiden Bogengängen zu gleichgerichteten Strömungen und demgemäß zu symmetrischen Innervationen.

Ebenso klar entwickelt sich das Bild für die asymmetrischen Innervationen, die Lateropulsionsreflexe und den Nystagmus. Nehmen wir einen einfachen Fall zum Beispiel: Kaltgespült wurde in „Indifferenzlage“ (Verbindungslinie der Labyrinth und auch die äußeren Bogengänge wagrecht), keine Reflexe treten auf; bei Vor- bzw. Rückwärtsbeugung des Kopfes infolge gleichgerichteter Strömungen symmetrische PR. Nun würde der Kopf aus der Indifferenzlage um 90 Grad zur linken Schulter geneigt, beide äußeren Bogengänge stehen dann übereinander in einer lotrechten Ebene, nur liegt beim linken äußeren Bogengange die Ampulle höher als der Bogengangsschenkel, beim rechten umgekehrt tiefer. Es müßte also nach vorausgegangener beiderseitiger Kaltspülung nunmehr infolge der Dichtigkeitszunahme der Endolymphe an der dem Promontorium benachbarten Stelle der äußeren Bogengänge im linken zu einem ampullofugalen, im rechten aber zu einem ampullopetalen Strömungsvorgange kommen. Es wären also in beiden Labyrinthen nunmehr entgegengesetzte Strömungen vorhanden, es käme zu einer gegensinnigen Beeinflussung, womit asymmetrische Innervationen verbunden sein müßten; in der Tat kommt es zu einem LPR nach rechts und einem rotatorischen Nystagmus nach links unten. Vorausgegangene Warmspülung bewirkt wieder entgegengesetzt gerichtete Effekte, was leicht zu begreifen wäre. Wird nun der Kopf wieder in die Indifferenzlage zurückgebracht, dann müßte die Strömung wieder sistieren und alle Reflexe verschwinden. Kopfneigung auf die rechte Schulter würde dann zu umgekehrten Strömungsvorgängen führen als Linksneigung, ebenso müßten die Reflexe umgekehrt sein. Daß die Reflexe sich in der Tat so verhalten, wurde schon geschildert.

Eine weitere Folgerung wäre, daß der Nystagmus bei der charakteristischen Kopfstellung im Raume nur solange auftreten müßte, als ein genügendes Temperaturgefälle im Felsenbeine und damit die Vorbedingungen zu einer Strömung vorhanden sind. Wenn die PR durch Kopfstellungsänderung nicht mehr beeinflussbar sind, dann dürfte kein Nystagmus mehr auftreten. Daß diese beiden Momente tatsächlich zeitlich zusammentreffen, konnte im Experimente oft genug erwiesen werden.

Wenn auch das eben skizzierte Bild einfach und verständlich erscheinen mag, so darf man sich doch nicht verhehlen, daß man ihm einstweilen keine zu große Bedeutung zumessen darf. Es reicht nicht mehr aus, wenn man eine Anzahl von Einzelheiten

berücksichtigt, deren Diskussion aber einem anderen Orte vorbehalten sei. Es sei nur darauf hingewiesen, daß die vorderen und hinteren (sogen. vertikalen) Bogengänge ganz unberücksichtigt blieben, wo doch wohl sicher zu erwarten ist, daß bei Massenspülungen, wie wir sie erst fast ausschließlich verwendeten, auch sie von dem Temperaturgefälle erreicht werden.

Kurz sei nur noch erwähnt, daß eine, wenn auch vorläufige Deutung unserer neuen Phänomene im Sinne der Bartel'schen Anschauungen auf erhebliche Schwierigkeiten stoßen müßte, so gut man jene Anschauungen wieder an anderer Stelle verwerten kann.

Es besteht eine gewisse Wahrscheinlichkeit, daß die beschriebenen Reflexe in einem gewissen Zusammenhange zu Reflexen stehen dürften, wie man sie zweifellos beim Menschen bei bzw. nach Progressivbewegungen einmal wird nachweisen können. Werden einmal die technischen Schwierigkeiten überwunden sein, die uns vorläufig an der Ausführung entsprechender Untersuchungen hinderten, so steht zu erwarten, daß unsere Kenntnisse von der Funktion der Labyrinth der Menschen auch dadurch bemerkenswert erweitert würden, gerade so, wie es uns im Vorliegenden gelungen ist, auf eine Anzahl bisher unbekannter Dinge hinzuweisen. Nicht allein unbekannt waren die beschriebenen Tatsachen, sondern man hat sie noch bis vor kurzem geradezu als undiskutabel, als unmöglich hingestellt.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Lotos - Zeitschrift fuer Naturwissenschaften](#)

Jahr/Year: 1925

Band/Volume: [73](#)

Autor(en)/Author(s): Fischer Max Heinrich

Artikel/Article: [Neue Vestibularisphänomene 193-199](#)