

Physiology. — *Der zentrale Mechanismus des Blinzelreflexes auf Drohbewegungen.* Von G. G. J. RADEMAKER und J. J. GELDERBLOM.
(Communicated by Prof. B. BROUWER.)

(Communicated at the meeting of December 20, 1930).

Der Blinzelreflex der Augenlider ist bei Katzen auszulösen :

I. Durch Reizung, z.B. durch Berühren oder Anblasen, der Cornea, der Sklera, der Haare und der Haut der Augengegend.

Ebenso wie intakte reagieren auch grosshirnlose Tiere auf diese Reize mit Augenblinzeln ; der Reflexbogen läuft also subcortical. Der Reflex kommt durch Erregung der sensiblen Endigungen des N. trigeminus zustande. Er ist aufgehoben bei Lähmung des sensiblen Trigeminus und bei peripherer Facialislähmung.

II. Durch Werfen von starkem Licht ins Auge, also durch Erregung der Endigungen des Nerves opticus in der Retina. Grosshirnlose Tiere reagieren auf starkes Licht ebenfalls mit Augenblinzeln ; auch die Bahn dieses Reflexes läuft also subcortical.

III. Durch Drohbewegungen mit der Hand, mit dem Finger oder mit einem beliebigen Gegenstand, ohne die Augen zu berühren ¹⁾.

Der Blinzelreflex auf Drohbewegungen zeigt, im Gegensatz zu den beiden vorigen, die Kennzeichen der bedingten Reflexe :

a. Er bleibt aus, wenn die Drohbewegungen mehrere Male hintereinander gemacht werden ;

b. Er tritt dann wieder auf, wenn im Anschluss an einigen folgenden Drohbewegungen das Auge berührt wird ; auf die nächstfolgende Drohbewegung wird dann wieder mit Augenblinzeln reagiert.

c. Er kehrt nach den wiederholten Drohbewegungen auch wieder zurück wenn das Tier geraume Zeit in Ruhe gelassen wird.

d. Er fehlt, wie die übrigen bedingten Reflexe, in den ersten Wochen nach der Geburt ; er muss „erlernt“ werden.

Diese Kennzeichen weisen auf einen kortikalen Mechanismus hin. Im Einklang damit zeigen grosshirnlose Tiere kein Augenblinzeln auf Drohbewegungen, während nach halbseitiger Grosshirnexstirpation der Reflex ausbleibt, wenn die Drohbewegung in dem der Exstirpation gegenüberliegenden Gesichtsfeld gemacht wird.

¹⁾ Bei einwandfreier Prüfung der Reaktionen auf Drohbewegungen müssen diese Bewegungen zur Vermeidung von Luftströmen hinter einer Glasplatte gemacht werden.

Ist z.B. die *rechte* Grosshirnhälfte extirpiert, dann löst eine Drohbewegung an der *linken* Seite des Kopfes keinen Blinzelflex aus, dagegen hat eine Bewegung an der *rechten* Seite noch sofort ein Blinzeln der Augenlider (bisweilen nur am rechten Auge, meistens an beiden Augen) zur Folge. Die gleiche Störung zeigt sich, wenn statt der ganzen Hemisphäre nur der rechte Lobus occipitalis extirpiert ist. In beiden Fällen kann das Ausbleiben des Blinzlabwehrreflexes auf Drohbewegungen in linken Gesichtsfeld durch linksseitige Hemianopsie verursacht sein.

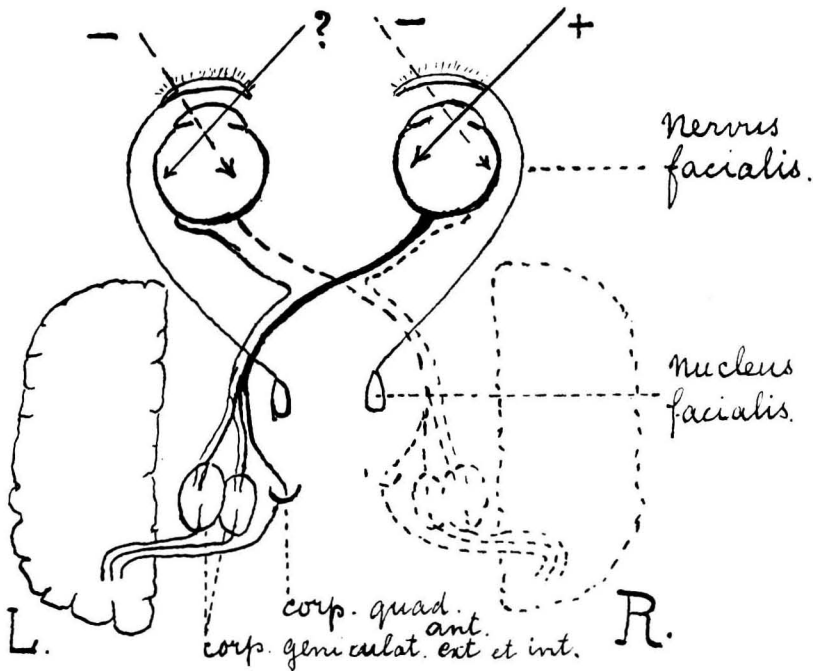


Abb. 1.

Verhalten des Blinzlabwehrreflexes auf Drohbewegungen bei der Katze nach Extirpation des rechten Grosshirnhemisphäres, bzw. des rechten Hinterhauptlappens.

Auf Drohbewegung:

- im l. Gesichtsfeld des rechten Auges —
- im l. Gesichtsfeld des linken Auges —
- im r. Gesichtsfeld des rechten Auges + (bisweilen einseitig, meistens doppelseitig).
- im r. Gesichtsfeld des linken Auges? (eine unzweideutige Reaktion wurde niemals beobachtet; von ungekreuzt durch das Chiasma gehenden Opticusfasern war hierbei also nichts zu bemerken).

Die Erregungen, die den Blinzelflex auf Drohbewegungen im rechten Gesichtsfeld des rechten Auges auslösen, gehen durch den rechten Nervus opticus, durch das Chiasma und den linken Tractus opticus zum linken Lobus occipitalis, und von dort zu dem Kern des rechten Nervus facialis. Die nervösen Bahnen dieser letzte Strecke sind noch unbekannt. Von

BROUWER¹⁾ und seinen Mitarbeitern VAN HEUVEN und BIEMOND²⁾ sind corticofugale Bahnen von dem Lobus occipitalis zum Corpus geniculatum externum genau festgestellt worden. Es wäre möglich, dass die Erregungen diese Bahnen betreten und über dem Corpus geniculatum ext. den Facialiskern der anderen Seite erreichen. Eine andere Möglichkeit ist, dass die Erregungen vom Lobus occipitalis zuerst zu der sensomotorischen Grosshirnrinde der gleichen Seite und dann durch die cortico-pontobulbären Bahnen zum gegenseitigen Facialiskern gehen. Bekanntlich löst elektrische Reizung eines bestimmten Gebietes dieser Zone ein Schliessen der Augenlider, entweder doppelseitig oder nur an der gegenüberliegenden Seite, aus.

Zur Lösung der Frage, ob die Erregungen unter normalen Verhältnissen über dieses Gebiet der Grosshirnrinde gehen, wurde bei einigen Katzen die sensomotorische Zone durch Trepanation freigelegt, mittels elektrischer Reizung die Stelle aufgesucht, die bei Reizung ein Zukneifen der Augenlider bedingt, und dann diese Stelle umschnitten und exstirpiert.

Die Untersuchung dieser Tiere ergab, dass der Blinzelreflex auf Drohbewegungen im gegenüberliegenden Gesichtsfeld stets in den ersten Tagen fehlte, aber immer, bisweilen schon nach 4—5 Tagen, zurückkehrte. Er war dann meistens mehrere Wochen lang weniger lebhaft und schwächer als der Blinzelreflex auf Drohbewegungen in dem der Exstirpation gleichseitigen Gesichtsfeld.

Dieses Ergebnis war auf Grund der Untersuchungen DUSSEr DE BARENNE's³⁾ von vornherein zu erwarten. DUSSEr DE BARENNE hat mittels Application von Strychnine dargelegt, dass es bei Katzen keine scharfe Localisation in der sensomotorischen Grosshirnrinde gibt und dass die Augenlider von mehreren nahe bei einander liegenden Stellen beeinflusst werden.

Deswegen wurde bei einigen anderen Katzen ein grösseres Gebiet der sensomotorischen Rinde exstirpiert, d.h. der Gyrus sigmoideus ant., der ventrale Teil des Gyrus sigmoideus post., der Gyrus suprasylvius ant., und der Gyrus ectosylvius.

Nach dieser Exstirpation zeigten die Tiere ein bleibendes Aufgehoben-sein des Blinzelreflexes auf Drohbewegungen im gegenseitigen Gesichtsfeld. Dies war auch der Fall bei einem Tier, bei dem der Gyrus sigmoideus

1) B. BROUWER: Ueber die zentrifugale Beeinflussung von zentripetalen Systemen im Zentralnervensystem. Deutsche Zeitschr. f. Nervenheilk., Bd. 105, 1928.

B. BROUWER, G. J. VAN HEUVEN en A. BIEMOND. Experimentell-anatomische Untersuchungen über die optischen Systeme im Gehirn. Proceed. Koninkl. Akad. v. Wetensch., Bd. 31, p. 603, 1928.

2) A. BIEMOND. Experimenteel-anatomisch onderzoek omtrent de corticofugale optische verbindingen bij aap en konijn. Dissertation, Amsterdam, Verlag P. H. Vermeulen, De academische Boekwinkel, Amsterdam, 1929.

3) J. G. DUSSEr DE BARENNE: Experimental Researches on the Sensory localisations in the cerebral cortex. Quarterly Journal of Physiology, Bd. 9, S. 355, 1916.

ant., und bei einem anderen, bei dem der Gyrus ectosylvius ant. geschont worden war.

Auch wenn man die mit electricischer Reizung gefundene Stelle mit einer 3 mm. breiten umgebenden Zone exstirpiert, ist in der Mehrzahl der Fälle der Reflex dauernd aufgehoben. Beiliegende Abb. 2. zeigt die Grosshirnläsion einer Katze, die in den 8 Monaten nach der Exstirpation, während welcher das Tier am Leben erhalten wurde, niemals auf Drohbewegungen im linken Gesichtsfeld blinzelte.

Nach diesen kleinen Läsionen verhält sich also der Blinzelreflex auf Drohbewegungen genau wie nach der totalen Exstirpation der Grosshirnhemisphäre oder des Lobus occipitalis, d.h. Blinzeln erfolgt auf Drohbewegungen im gleichseitigen Gesichtsfeld, nicht auf solche im gegenseitigen Gesichtsfeld. (Abb. 3.)

Wurde die Läsion doppelseitig gemacht, so fehlte das Augenblinzeln

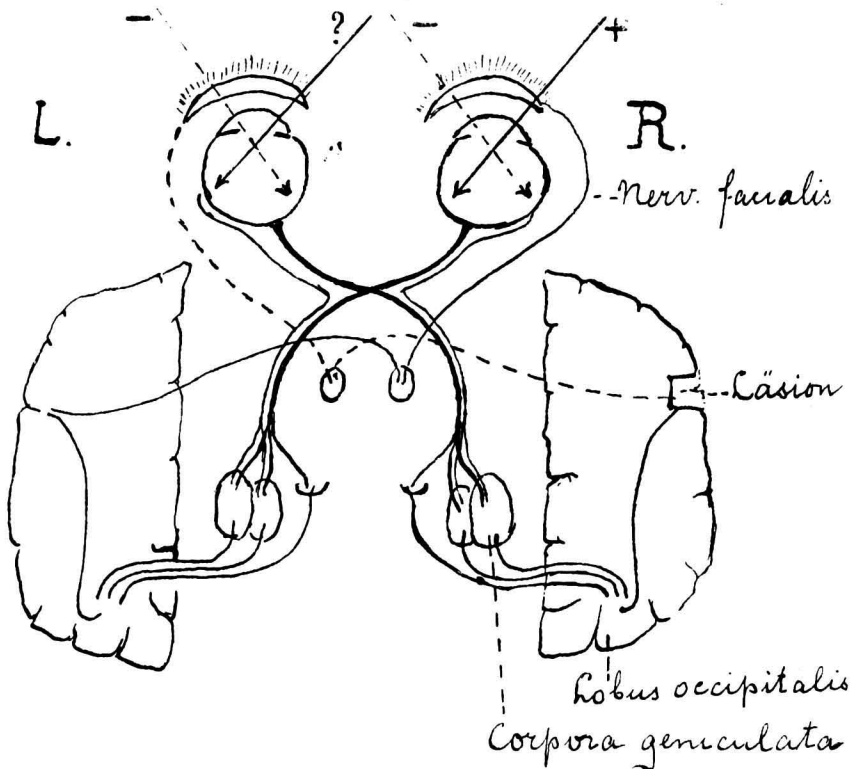


Abb. 3.

Verhalten des Blinzelreflexes auf Drohbewegungen bei der Katze nach Läsion der rechten sensomotorischen Zone.

Auf Drohbewegungen im linken Gesichtsfeld des rechten Auges (linkes Auge verschlossen) —

im linken Gesichtsfeld des linken Auges —

im rechten Gesichtsfeld des rechten Auges + (ein- oder doppelseitig)

im rechten Gesichtsfeld des linken Auges ?

auf *Drohbewegungen ganz*, während Berührung der Cornea und das Werfen von starkem Licht ins Auge noch ein sofortiges Schliessen der Augenlider zurfolge hatte.

Durch diese Läsionen wurden meistens nicht nur die motorischen Rindenzentren der Augenlider exstirpiert, sondern auch die Zentren der Vorderpfoten laediert. Bekanntlich liegen diese Zentren bei höheren Säugetieren neben einander. Die Katzen zeigten fast stets, neben dem Fehlen des Augenblinzeln auf Drohbewegungen, bestimmte Störungen der bedingten Vorderpfotenreflexe. Der Munk'sche Berührungsreflex, und ebenso die Stehbereitschaft auf optische Erregungen und auf Erregungen von der Körperoberfläche¹⁾ waren fast stets verschwunden, meistens vorübergehend, manchmal auch dauernd. Auch diese Beobachtungen stehen im Einklang mit den Ergebnissen der Untersuchungen von DUSSEY DE BARENNE, der mittels genau localisierter Application von Strychnine zeigte, dass man bei der Katze in der sensomotorischen Grosshirnrinde 4 Gebiete unterscheiden kann :

- I. das Kopfgebiet ;
- II. das Gebiet der Vorderpfoten (besonders der contralateralen Vorderpfote);
- III. das Gebiet der Hinterpfoten (besonders der contralateralen Hinterpfote);
- IV. das Gebiet der gekreuzten Sensibilität, d.h. der Sensibilität der gleichseitigen Vorder- und der gekreuzten Hinterpfote.

In diesen Gebieten können keine Unterabteilungen für die verschiedenen Teile des Kopfes und der Extremitäten unterschieden werden, *ferner fallen das Gebiet I (Kopfgebiet) und das Gebiet II (Vorderpfoten-gebiet) grösstenteils zusammen*, sodass eine ausschliessliche Exstirpation des Kopfgebietes ohne gleichzeitige Schädigung des Vorderbeingebietes nicht möglich ist. In DUSSEY DE BARENNE's Strychnineversuchen gingen Sensibilitätsstörungen des Kopfes immer mit Sensibilitätsstörungen der Vorderpfoten gepaart.

Das Fehlen des Blinzelflexes auf Drohbewegungen bei der erwähnten Läsion der sensomotorischen Grosshirnrinde kann nicht auf einer nucleären oder peripheren Facialislähmung beruhen, da Berührung der Cornea ebenso wie helles Licht sofort ein Blinzeln auslösten, ausserdem zeigte die Lidspalte eine normale Grösse und Form.

Ebensoweing kann das Fehlen durch eine funktionelle Unterbrechung der Bahnen, die von den Retinae zu den Lobi occipitales gehen, verursacht

¹⁾ Hält man ein Tier in Bauchlage mit frei herabhängenden Vorderpfoten in der Luft und bringt es dann in die Nähe eines Gegenstandes, z.B. einer Tischkante, so sieht man, dass das Tier sobald es sich nur mehr in geringer Entfernung von der Kante befindet, die Pfoten auf die Tischkante setzt (optische Stehbereitschaft). Bei verschlossenen Augen setzt es die Pfoten auf den Tisch sobald die Pfotenhaut die Tischkante berührt (Stehbereitschaft auf Erregungen von der Körperoberfläche). Diese Reaktionen fehlen bei grosshirnlosen Tieren und zeigen die Kennzeichen der bedingten Reflexe.

G. G. J. RADEMAKER UND J. J. GELDERBLOM: DER ZENTRALE
MECHANISMUS DES BLINZELREFLEXES AUF DROHBEWEGUNGEN.

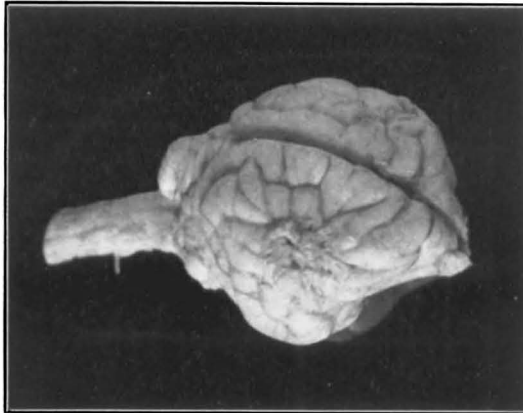


Abb. 2.

Läsion der sensomotorischen Grosshirnrinde, die ein Ausbleiben des
Blinzelreflexes auf Drohbewegungen im linken Gesichtsfeld bedingte.

sein, nicht nur weil die Stelle der Läsion weit von diesen Bahnen entfernt liegt, sondern auch weil die Tiere auch noch mehrere optische Grosshirnreaktionen zeigten. Sie fuhren auf Drohbewegungen zusammen. Auf ein Brett gestellt sprangen sie von diesem auf einen Tisch oder in ihren Käfig, sobald dieser genähert wurde, und bei den meisten war nach einiger Zeit wieder die optische Stehbereitschaft der Vorderpfoten vorhanden. Auch nach einseitiger Läsion, z.B. der rechten sensomotorischen Grosshirnrinde, zeigten die Tiere verschiedene Grosshirnreaktionen auf optische Impulse im linken Gesichtsfeld bei Fehlen des Blinzelreflexes auf Drohbewegungen in diesem Felde, also ein Fehlen des Reflexes ohne das Vorhandensein einer völliger Hemianopsie.

Eine Unterbrechung der corticofugalen Bahnen von den Lobi occipitales zu den Corpora geniculata ext. infolge der Läsion der sensomotorischen Grosshirnrinde ist ebenfalls ausgeschlossen. Da trotzdem der Blinzelreflex auf Drohbewegungen dauernd aufgehoben war, so verlaufen die Erregungen des Blinzelreflexes ausgelöst durch Drohbewegungen z.B. in dem rechten Gesichtsfeld wahrscheinlich den folgenden Weg: Linker Teil der rechten Retina → rechter N. opticus → linker Tractus opticus → linker Lobus occipitalis → linke sensomotorische Grosshirnrinde → Kern des rechten N. facialis → Augenlider des rechten Auges (manchmal auch zu den Lidern des linken Auges).

WILBRAND und SAENGER¹⁾ benützen zur Feststellung einer Hemianopsie bei kleinen Kindern und bei benommenen oder aphasischen Kranken den reflektorischen Lidschluss auf unvorhergesehene Erregung. Dazu lassen sie ein hell brennendes Licht oder einen hellglänzenden Gegenstand abwechselnd im linken und rechten Gesichtsfeld auftauschen. Zeigt sich dabei ein asymmetrisches Auftreten des Blinzelreflexes, d. h. nur auf Impulse im linken oder rechten Gesichtsfeld, so besteht nach der Meinung dieser Autoren Hemianopsie.

Diese Auffassung wird nicht durch unsere Versuchsergebnisse gestützt. Auch machen WILBRAND und SAENGER keinen Unterschied zwischen dem Blinzelreflex auf helles Licht und dem auf Drohbewegungen. Der Reflexbogen des ersteren läuft bei Tieren ganz subcortical; grosshirnlose Tiere kneifen bei hellem Licht ihre Augen zu. Auch bei Anencephalen ist Augenblinzeln auf helles Licht beobachtet worden. Ein Auftreten des Blinzelreflexes auf helles Licht, z.B. im rechten Gesichtsfeld beweist also keineswegs ein Erhaltensein des Sehvermögens in diesem Feld. Und umgekehrt ist das Ausbleiben des Reflexes kein absoluter Beweis dafür, dass das Sehvermögen fehlt, da das Ausbleiben durch eine ausserhalb des optischen Systems gelegenen subcorticalen Läsion verursacht sein kann.

Auch das asymmetrische Auftreten des Blinzelns auf Drohbewegungen liefert keinen unbedingten Beweis für das Vorhandensein einer Hemia-

¹⁾ H. WILBRAND und A. SAENGER; Neurologie des Auges, Verlag von J. F. Bergmann, Wiesbaden, 1917, Bd. I, S. 28, Bd. VII, S. 448.

nopsie, weder, wie unsere Untersuchungen zeigten, bei Tieren, noch, wie aus den Beobachtungen BOROWSKI's hervorgeht, beim Menschen. BOROWSKI¹⁾ untersuchte 141 Hemiplegiker und fand, dass in 43 Fällen der Blinzelreflex auf Drohbewegungen im Gesichtsfeld der hemiplegischen Seite fehlte, obwohl keine Hemianopsie vorhanden war und Berührung der Cornea sofort den Lidschlag auslöste.

Zusammenfassend haben die Untersuchungen folgendes ergeben:

I. Die Bahn des Blinzelreflexes auf Drohbewegungen und ebenso die der optischen Stehbereitschaft, die beide bedingte Grosshirnreflexe darstellen, verlaufen bei der Katze über die sensomotorische Grosshirnrinde.

II. Bei einseitigen Läsion der motorische Grosshirnrinde kann der Blinzelreflex auf Drohbewegungen im gegenüberliegenden Gesichtsfeld fehlen ohne dass Hemianopsie besteht und ohne dass andere Erscheinungen vorhanden sind, die auf Facialislähmung hinweisen, d.h. bei vorhandenem Lidschlag auf Berührung und Anblasen der Cornea, bei normaler Grösse und Form der Lidspalte.

Dieses Verhalten des Blinzelreflexes auf Drohbewegungen kann vielleicht von einiger Bedeutung sein für die Lokalisation von Grosshirnerkrankungen.

¹⁾ M. L. BOROWSKI: Der Blinzelabwehrreflex. Sein biologisches Wesen und seine Veränderungen als neues Symptom bei Hemiplegie. Deutsche Zeitschrift f. Nervenheilk. Bd. 110, S. 134. 1929.