

Ms. 2402

NYSTAGMOGRAPHIE BIJ DEN MENSCH
MET HET GEWIJZIGDE TOESTEL
VAN STRUYCKEN - KUILMAN

H. NAVIS



NYSTAGMOGRAPHIE BIJ DEN MENSCH
MET HET GEWIJZIGDE TOESTEL VAN STRUYCKEN-KUILMAN

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY

1950

NYSTAGMOGRAPHIE BIJ DEN MENSCH

MET HET GEWIJZIGDE TOESTEL
VAN STRUYCKEN-KUILMAN

PROEFSCHRIFT TER VERKRIJGING VAN DEN
GRAAD VAN DOCTOR IN DE GENEESKUNDE
AAN DE RIJKSUNIVERSITEIT TE LEIDEN,
OP GEZAG VAN DEN RECTOR MAGNIFICUS
Dr J. A. J. BARGE, HOOGLEERAAR IN DE
FACULTEIT DER GENEESKUNDE, VOOR DE
FACULTEIT DER GENEESKUNDE TE VER-
DEDIGEN OP VRIJDAG 11 MAART 1938,
DES NAMIDDAGS TE 4 UUR

DOOR

HENDRIK NAVIS

GEBOREN TE 's-GRAVENHAGE

DRUKKERIJ „LUCTOR ET EMERGO” — LEIDEN

MYSTAGMORAPHIE

81) DEN MENSCH

MIT HET GEWELDE TOEGEEN
VAN STUYVENROOIJ

VERBODEN TOEGANG TOEGELATEN
TOEGANG TOEGELATEN
TOEGANG TOEGELATEN
TOEGANG TOEGELATEN
TOEGANG TOEGELATEN
TOEGANG TOEGELATEN
TOEGANG TOEGELATEN
TOEGANG TOEGELATEN
TOEGANG TOEGELATEN
TOEGANG TOEGELATEN

WEDERL. MAATSCHAPPIJ
TER BEVORDERING DER
GENEESKUNST

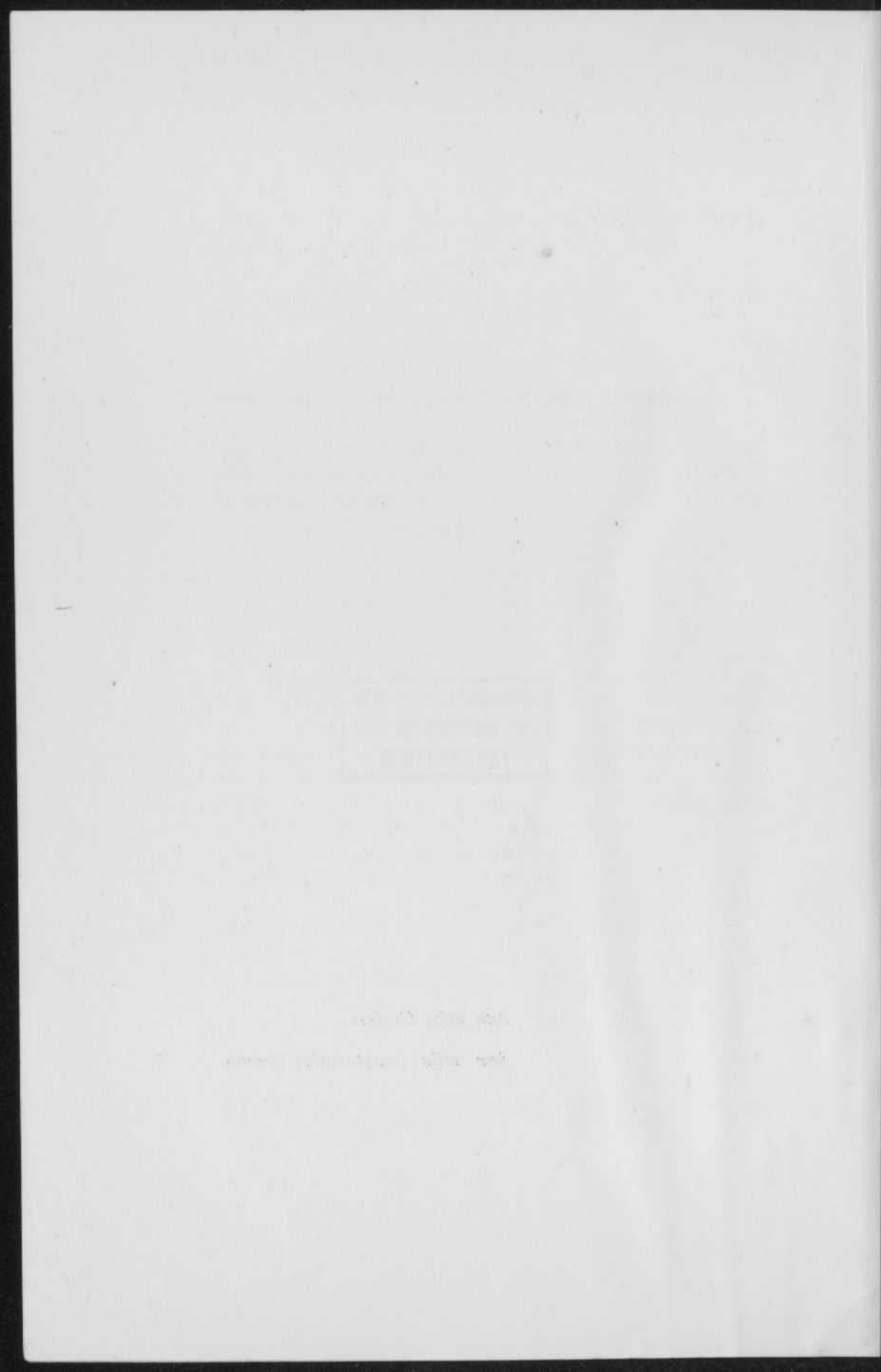
LEVENDE MANNEN

TOEGANG TOEGELATEN

TOEGANG TOEGELATEN

Aan mijn Ouders.

Aan mijn aanstaande Vrouw.



Een welkome gelegenheid biedt mij het verschijnen van dit proefschrift U, Hoogleeraren, Oud-hoogleeraren, Lectoren en Privaat-dócenten van de Medische en Philosophische Faculteit van de Leidsche Universiteit, mijn dank te betuigen voor het van U genoten onderwijs.

U, Hooggeleerde van Gilse, Hooggeachte Promotor, geldt in de eerste plaats mijn groote dank. Dat ik mij onder Uwe leiding heb mogen bekwamen in de Keel-Neus-Oorheelkunde, heb ik steeds als een groot voorrecht beschouwd. Niet alleen in mijn klinische arbeid, doch bovenal bij het bewerken van dit proefschrift heb ik Uwe kritiek, die zich niet tevreden stelde met het reeds bereikte, maar aanspoorde tot het streven naar het volmaakte, op hoogen prijs weten te stellen. Uwe persoonlijke belangstelling en de hartelijke omgang, die ik in de jaren dat ik Uw assistent mocht zijn heb mogen ondervinden, zullen mij in dankbare herinnering blijven.

Hooggeleerde Rademaker, voor het openstellen van Uw Laboratorium en voor de vele raadgevingen, die ik bij het nemen van de proeven van U mocht ontvangen betuig ik U mijn hartelijken dank.

U, Hooggeleerde de Haas, ben ik tot dank verplicht voor de gelegenheid mij geschonken van de technische hulp van het Kamerlingh-Onnes Laboratorium gebruik te kunnen maken en vooral ook U, Hooggeleerde Wiersma, dank ik voor de aanwijzingen en de hulp, die Gij mij bij het verbeteren van de apparatuur hebt gegeven.

Zeergeleerde Struycken, het verheugt mij ten zeerste, dat ik met Uwe nystagmographische methode heb

mogen werken. Voor de technische wenken en de warme belangstelling, die ik van U mocht ontvangen, ben ik U grooten dank verschuldigd.

Aan de prettige samenwerking, die ik van U, assistenten en oud-assistenten mocht ondervinden, zal ik steeds de beste herinnering bewaren.

Een bijzonder woord van dank richt ik tot hen, die zich zoo bereidwillig als proefpersoon beschikbaar gesteld hebben.

Tot slot mijn warmen dank aan allen, die op eenigerlei wijze mij bij het bewerken van dit proefschrift behulpzaam zijn geweest.

INHOUD.

Inleiding	11
Hoofdstuk I. De keuze van het instrumentarium	14
Hoofdstuk II. Het instrumentarium	26
A. Het fixeerende gedeelte	26
B. Het platina stiftje	27
C. Het belichtingslampje	30
D. De camera	32
Hoofdstuk III. De analyse der verkregen curven	38
A. De hoek van de nystagmus	49
B. De amplitudo.	52
C. De tijd, welke de beweging geduurd heeft	54
D. De snelheid van de beweging.	58
E. De grootte van rotatoire bewegingen	58
Samenvatting	61
Hoofdstuk IV. Moeilijkheden bij het maken en lezen der curven	65
Hoofdstuk V. Over de proefnemingen en haar resultaten	73
A. Nystagmogrammen, opgenomen gedurende rotatie van de proefpersoon	76
B. Nystagmogrammen, opgenomen na calorische prikkeling	101
C. Nystagmogrammen, opgenomen bij patiënten	115
Hoofdstuk VI. Nabeschouwingen	133
Samenvatting	139
Literatuur-overzicht	141

101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999
1000

INLEIDING.

Het is een algemeen bekend feit, dat zoowel de ophthalmoloog, de neuroloog als de otoloog bij het onderzoek van zijn patienten het waarnemen van het al of niet aanwezig zijn van onwillekeurige oogbewegingen tot één van de eerste dingen rekent. Deze onwillekeurige oogbewegingen, die in het algemeen met de naam *nystagmus* aangeduid worden, kunnen een zeer verschillend karakter dragen. Meestal bestaan zij uit een langzame beweging in de eene richting gevolgd door een snelle beweging in tegengestelde richting, doch hiernaast komt ook een meer golvende beweging voor waarbij beide fasen met een gelijke snelheid uitgevoerd worden. De laatste vorm treft men vooral op het terrein der oogheelkunde aan b.v. bij amblyopen en lijders aan mijnwerkersnystagmus. De eerstgenoemde vorm, waarbij de nystagmus opgebouwd is uit een snelle en een langzame phase, vindt men voornamelijk bij aandoeningen van het perifere vestibulair apparaat en stoornissen in het verdere beloop van de vestibulaire banen, hoewel deze vorm eveneens bij verschillende oogafwijkingen vaak van congenitale aard kan voorkomen.

Naast deze vormen van nystagmus, die te zamen met spontaannystagmus aangeduid worden, kan men kunstmatig nystagmus opwekken, hetzij door de buitenwereld ten opzichte van de te onderzoeken persoon te bewegen, waardoor tengevolge van het verschuiven van het beeld van de omgeving over de retina de z.g. optokinetische nystagmus ontstaat, hetzij door prikkeling van het perifere vestibulair apparaat, waardoor reflectoire oogbewegingen

optreden, die met vestibulaire nystagmus aangeduid worden. Het prikkelen van het perifere vestibulair apparaat kan geschieden door rotatie van de te onderzoeken persoon of door uitspuiten van de gehoorgang met water, waarvan de temperatuur afwijkt van de lichaamstemperatuur. In beide gevallen hangt de richting en de vorm van de nystagmus af van de stand van het hoofd, in engeren zin van de stand van de booggangen in de ruimte, waarin gedraaid of de gehoorgang uitgespoten wordt. Zoo kan men in beide richtingen een horizontale, verticale, rotatoire nystagmus of combinaties hiervan zien optreden. Ook door galvanische prikkeling is nystagmus op te wekken, doch hoogstwaarschijnlijk gaat dit buiten de booggangen om en worden direct de zenuwelementen getroffen.

Al deze vormen van nystagmus hebben reeds lange tijd een onderwerp van bestudeering uitgemaakt. Hierbij werd vaak als moeilijkheid ondervonden, dat de soms zeer snelle oogbewegingen niet of onvoldoende door het menschelijk oog geobserveerd konden worden. Dit maakte, dat men de hulp van de techniek inriep om de nystagmus op eenigerlei wijze te registreeren (nystagmographie) om langs deze weg meerdere gegevens te krijgen omtrent richting, grootte en snelheid van de oogbewegingen, die hadden plaats gevonden.

Vele methoden van nystagmographie zijn aangegeven, doch slechts enkele zijn in staat gebleken exacte gegevens omtrent snelheid en richting van de nystagmus te verschaffen. Tot deze behoort de methode van Struycken-Kuilman, die tot nog toe de eenige methode is, die naast snelheid en richting ook de ware vorm van de nystagmus uit de verkregen nystagmogrammen laat afleiden.

Technisch had echter het volgens de aanwijzingen van Kuilman voor de Leidsche Keel-Neus-Oorheelkundige Kliniek gebouwde instrumentarium nog verschillende ge-

breken, zoodat het welslagen van opnamen niet voldoende verzekerd was. Er werden nu, voordat tot verdere proefnemingen met deze methode werd overgegaan, eerst aan het instrumentarium zoodanige verbeteringen aangebracht, dat men bij het vervaardigen van nystagmogrammen, onder welke omstandigheden ook, op een goede kans van slagen zou kunnen rekenen.

Het doel van dit proefschrift is allereerst een nauwkeurige beschrijving te geven van de zoo gewijzigde nystagmograaf. Daarna wordt opnieuw een uiteenzetting gegeven van de analyse der curven. Vervolgens wordt getracht aan de hand van een reeks proefnemingen de bruikbaarheid aan te toonen van deze methodiek voor het physiologisch onderzoek van het evenwichtsorgaan bij de mensch. De mogelijkheid van een goede nystagmographie bij de mensch is immers zeer gewenscht, mede ter toetsing van de resultaten van het onderzoek bij dieren. Tenslotte wordt een enkel onderzoek beschreven om ook de bruikbaarheid van deze nystagmograaf voor de kliniek te doen zien.

HOOFDSTUK I.

DE KEUZE VAN HET INSTRUMENTARIUM.

Het is sinds tientallen van jaren, dat men de behoefte gevoeld heeft die bewegingen van het oog, die men met „nystagmus” aanduidt, nader te leeren kennen. Reeds in 1878 vervaardigde Javal*) een soort telescoop om deze oogbewegingen beter te kunnen waarnemen, doch het bleek hem, dat zij te snel waren, dan dat de eenvoudige waarneming met het menschelijk oog nadere gegevens omtrent deze bewegingen zou kunnen verstrekken. De aangewezen weg was, deze oogbewegingen op de een of andere wijze als curve te doen neerschrijven op beroet papier of op een voor licht gevoelige papierstrook, zoodat men rustig uit de verkregen curven de gewenschte gegevens omtrent de bewegingen zou kunnen aflezen. Groot is dan ook het aantal methoden, dat in de loop der jaren is aangegeven om de nystagmus te registreeren. Het is niet de bedoeling hier een volledig historisch overzicht te geven van al deze methoden. Hiervoor moge verwezen worden naar Dohlman¹⁵⁾ (1925), naar Vernon⁷⁶⁾, die in 1929 en naar Kuilman³³⁾, die enkele jaren later een overzicht gegeven heeft. Doch wel zullen nog eens de verschillende groepen van methoden besproken worden, toegelicht door hun voornaamste vertegenwoordiger in verband met de keuze van het instrumentarium, hetwelk door de later te bespreken proefnemingen aan bijzondere eischen moet voldoen. Eén van de belangrijkste van deze eischen is, dat men uit de verkregen curven zal kunnen

*) Geciteerd naar Vernon.

bepalen, naar welke richting de nystagmus heeft plaats gehad, hetzij horizontaal, hetzij verticaal, een hoek makend met de horizontale richting of rotatoir, zonder dat men van te voren het toestel een bepaalde stand behoeft te geven. Bij welke nystagmus-richting ook, diene het toestel steeds dezelfde stand ten opzichte van het hoofd van de proefpersoon in te nemen.

In de groep van *mechanische* methoden wordt door bijna allen gebruik gemaakt van naalden (Knoll^{*)}; Ewald²⁰⁾), puntige strootjes (Engelking¹⁹⁾) of kleine klemmetjes (Ohm²¹⁾), die in de cornea geprikt of aan de conjunctiva bevestigd worden. Hierdoor bestaat een niet te weerleggen gevaar van beschadiging van het oog, iets wat ten eenenmale voorkomen moet worden. Een ander bezwaar is, dat, zooals dit bij de Hebelnystagmograph van Ohm het geval is, door de eenzijdige tractie van de hefboom aan het oog door middel van de overbrengingsdraad, de bewegingen van het oog belemmerd worden in hun ware gedaante op te treden. Het is verder niet mogelijk om in één curve de vaak zoo ingewikkelde oogbewegingen neer te leggen op zoodanige wijze, dat men uit deze curve kan bepalen om welke as of assen de beweging heeft plaats gevonden. De weerstand in het mechanisme brengt tenslotte wijzigingen in de grootte van de uitslagen van de schrijvende naald te weeg.

De *pneumatische* methoden, waarvan het toestel van Buys¹⁰⁾ de meeste bekendheid heeft verkregen, hebben tot bezwaar, dat zij geen weergave geven van de in werkelijkheid door het oog plaats gevonden beweging. De luchtdrukschommelingen in het luchtkussentje, dat op de oogbol rust, geven wel de frequentie van de beweging weer en zullen ook iets zeggen omtrent de snelheid door het al of niet snel wisselen van de druk, doch

*) Geciteerd naar Kuilman.

leveren geen verdere gegevens omtrent de oogbewegingen.

De methode van Topolanski⁷³⁾, waarbij de contracties van de vrij-gepraepareerde oogspieren worden geregistreerd, komt bij de mensch niet ter sprake. (Lorente de No³⁹⁾, Dusser de Barenne en de Kleyn¹⁷⁾, Undritz⁷⁴⁾).

De *galvanometrische* methode, zooals deze door Meyers⁴⁵⁾ is aangegeven, registreert de actiestroomen in de oogspieren. Het bezwaar van deze methode is, dat de curven niets zeggen omtrent de grootte van de hoek waarover en de richting waarin het oog zich bewogen heeft. Daarbij komt nog, dat, wanneer een verticale nystagmus verwacht wordt, de elektroden anders moeten worden aangebracht dan voor een horizontale.

De *kinematographische* methoden bieden veel voordeelen. Door het filmen van het oog, waarop vaak markante punten zijn aangebracht (Pinaroli*), Kunz en Ohm⁵⁵⁾), legt men de beweging in zijn ware gedaante vast. Door de groote snelheid van de oogbewegingen is men genoodzaakt de film snel op te nemen met een groot aantal beeldjes per seconde. Het projecteeren geschiedt langzaam, zoodat men dan de door het oog afgelegde weg vertraagd ziet weergegeven en beter kan volgen. Hiervan maakte Wiedersheim⁵²⁾ gebruik bij het onderzoeken van de mijnwerkers-nystagmus. Op het gecocainiseerde oog plaatste hij een zwart contactglas, waarop een stiftje van één centimeter lengte met een gepolijst bolletje was bevestigd. Dit bolletje werd belicht en de bewegingen hiervan, die identiek waren met die van het oog, op de film vastgelegd. Ook bij stilstaande film maakte hij opnamen en verkreeg zoo afbeeldingen van de vaak ingewikkelde weg, die het oog bij lijders aan mijnwerkers-nystagmus aflegt. Het was hem op deze

*) Geciteerd naar Kuilman.

wijze mogelijk bepaalde typen van mijnwerkers-nystagmus te onderscheiden.

Wil men uit een film reële waarden omtrent grootte van de amplitudo en snelheid van de nystagmus bepalen, dan is dit theoretisch mogelijk, doch men stuit op praktische bezwaren. Immers men is nu genoodzaakt van elk beeldje de stand van het oog nauwkeurig te bepalen, en de gevonden gegevens nader in curve te brengen. Het uittellen van de duizenden beeldjes kost echter te veel tijd, zoodat daardoor veel aan de bruikbaarheid afbreuk gedaan wordt.

De eerste *optische* methoden maakten gebruik van een lichtreflex op de cornea, die verkregen werd door een fel belicht stuk wit carton (Dodge en Cline¹⁴) of door direct een sterke lamp op het oog te richten. (Stratton⁶⁹), Coburn¹¹), Steinwand⁶⁸). Bij oogbewegingen beweegt deze lichtreflex mee, evenwel niet in overeenstemming met de oogbeweging zelf. De beweging, die de lichtreflex volgt, wordt op een gevoelige plaat van een valcamera of op een stilstaande plaat vastgelegd. De incongruentie tusschen de bewegingen van het oog en die van de lichtreflex op de cornea, maakt deze methode minder geschikt voor het verkrijgen van gegevens omtrent de bewegingen van het oog.

Zoowel de methode van Majewsky⁴⁴), die de schaduw van een op het oog geplaatst staafje op een gevoelige papierstrook registreerde en die van Dohlman¹⁵), die de beweging van een lichtstraal, welke door een op het oog geplaatst spiegeltje teruggekaatst werd op photographisch papier, vastlegde, hebben beiden het nadeel, dat, wanneer de nystagmus van richting verandert, de apparatuur overeenkomstig die richting van stand moet veranderd worden. Hierdoor wordt niet voldaan aan de eisch, welke aan het begin van dit hoofdstuk gesteld is geworden, n.l. dat men zonder iets aan de apparatuur te veranderen, uit de verkregen curve zal kunnen vast-

stellen naar welke richting de nystagmus heeft plaats gehad.

Struycken⁷⁰⁾ was het, die in 1918 een optische methode aangegeven heeft, welke wel aan deze eisch voldeed. Hij ging als volgt te werk. Op het oog werd een gepolijst platina bolletje van $\frac{1}{2}$ mm doorsnede geplaatst. Oorspronkelijk was dit bolletje op een fijn naaldje aangebracht, dat bij dieren in de gecocaïniseerde cornea en bij menschen in de conjunctiva bulbi gestoken werd. Spoedig werd dit naaldje vervangen door een soort drievoetje, waarvan de pootjes naar binnen gerichte weerhaakjes bezaten. Zacht werd dit drievoetje op de cornea gedrukt, waardoor bij loslating de haakjes tot $\frac{1}{10}$ mm diepte in de limbus corneae drongen. Ook dit leverde gevaren op voor beschadiging van het oog, zoodat Struycken⁷¹⁾ in 1919 meedeelde, dat hij het drievoetje vervangen had door een kapje van pongé-zijde gemaakt. Dit kapje had de vorm van de cornea, welke vorm er in verkregen was door het kapje vochtig op een kunst-oog te plaatsen. Op het midden van het kapje was een stiftje van 10 mm lengte aangebracht, dat het gepolijste platina-bolletje droeg. Voordat het kapje op het gecocaïniseerde oog gezet werd, werd het eerst in water vochtig gemaakt. Bij plaatsing op de cornea zoog het zich hieraan vast, waardoor het alle bewegingen van het oog kon volgen. Wilde men het verwijderen dan werd het weer vochtig gemaakt en was gemakkelijk van de cornea af te schuiven. Op deze wijze was het gevaar van beschadiging van het oog geheel ondervangen.

Het platina bolletje werd met behulp van een zakbatterijlampje, waarvoor een scherm met een spleet was geplaatst, belicht en werd daardoor tot een lichtend punt, waarvan de bewegingen op een photographische papierstrook werden vastgelegd. Deze strook werd in de camera voortbewogen door een uurwerk met een snelheid van 30 mm per seconde. Het belangrijkste van

de camera was het objectief, waarin een z.g. omkeeringsprisma was aangebracht op zoodanige wijze, dat de helft van het aantal lichtstralen direct op het papier viel en de andere helft na eerst het prisma gepasseerd te hebben het papier kon bereiken. Van het ééne lichtende punt ontstonden zoo twee beeldpunten. Werde het uurwerk in beweging gezet, dan werden door deze twee beeldpunten twee curven geschreven, die van zoodanige aard waren, dat uit hun beloop nauwkeurig viel te bepalen in welke richting de oogbeweging had plaats gehad. (Voor verdere verklaring zie hoofdstuk: Analyse der curven).

Door het bekend zijn van de vergrooting van het objectief kon men tevens uit de curven de grootte van de amplitudo en de snelheid van de oogbeweging bepalen.

De camera, welke eerst los van de proefpersoon was, werd door Struycken in 1919⁷¹⁾ met een voorhoofdsband en een bijtplaat in de mond aan het hoofd bevestigd. Dit beteekende een belangrijke verbetering, doordat nu tijdens welke beweging of stand ook, de camera steeds in dezelfde stand bleef ten opzichte van het hoofd van de proefpersoon, zoodat het niet meer mogelijk was, dat door onderlinge verschuivingen fouten in de curven konden ontstaan.

Met het principe van deze methode ging Kuilman³³⁾ een tiental jaren later aan het werk, om te trachten de nystagmus tijdens draaibewegingen bij de mensch te registreren. Het was bij zijn proefnemingen noodzakelijk er zeker van te zijn, dat alleen de reflex door prikkeling van het evenwichtsorgaan, opgewekt tijdens de draaiing, kon bestaan, m.a.w. dat hals- en bekkenreflexen uitgeschakeld waren (Magnus⁴¹⁾, Magnus en de Kleyn⁴²⁾), zoodat zij hun invloed op de oogbewegingen niet konden uitoefenen. Hiervoor was noodig, dat de proefpersoon zoodanig gefixeerd werd, dat bewegingen in hals en bekken niet mogelijk waren. Hij bereikte dit

door gebruik te maken van de „Lagetisch” van Grahe*), een wentelstatief, waarin een dubbel raam is opgehangen en wel zoo, dat het buitenraam om de dwarsas en het binnenraam om de lengteas gedraaid kan worden. Op dit binnenraam werd de proefpersoon gelegd en met een aantal riemen vastgebonden, zoodat bewegen uitgesloten was. Ten overvloede werd het hoofd tusschen enkele steunen vastgezet en had de proefpersoon een bijtplaat in de mond, die onbeweegbaar met het binnenraam was verbonden.

Het was nu niet meer noodig, dat de camera met behulp van een voorhoofdsband aan de proefpersoon verbonden was. Ook deze werd op het binnenraam gemonteerd en voorzien van een kruistafel om het scherp instellen mogelijk te maken. De afmetingen konden belangrijk grooter zijn. Zoo werd de papierbreedte gebracht op 4 cm, en kon de strook met behulp van een gramofoonmotor worden voortbewogen. Als tijdsein werd, zooals door Struycken werd aangegeven, gebruik gemaakt van de onrust van een horloge, waaraan een metaalplaatje bevestigd was, dat regelmatig een lichtstraal onderschepte, die op de rand van het papier was ingesteld. Werde de papierstrook voortbewogen, dan teekende de lichtstraal op de rand van het papier een streeplijn, waarvan elke streep $\frac{1}{5}$ seconde voorstelde.

Aan het principe van de methode van Struycken, dat gelegen was in het objectief, werd niets veranderd. Wel bracht Kuilman een verbetering aan het kapje aan, dat op het oog geplaatst werd. Aan het stiftje, dat het platinabolletje droeg, bracht hij een zijarmpje aan, dat uitliep in een tweede gepolijst platina bolletje. Het was hem hierdoor mogelijk om bij rotatoire oogbewegingen nauwkeurig de hoek te bepalen waarover de rotatie had

*) in de modificatie van Benjamins en Nienhuis (zie: Kuilman 33, blz. 56).

plaats gevonden. Immers dit tweede bolletje schreef, evenals het eerste, een tweetal curven op de papierstrook, die bij rechte lijnige oogbewegingen volkomen identiek waren met de twee curven door het eerste bolletje neergeschreven. Alleen bij rotatoire oogbewegingen ontstond een zoodanig verschil, dat hieruit de rotatiehoek viel vast te stellen. (Voor verklaring zie hoofdstuk: *Analysé der curven*).

Deze door Kuilman gemodificeerde methode van Struycken biedt zeer vele voordeelen boven de andere aangegeven methoden. Het is zeker de eenigst practisch bruikbare methode, die alle gewenschte gegevens omtrent de oogbeweging, die plaats gevonden heeft, uit zijn curven laat afleiden. De voornaamsten hiervan zijn naar welke richting en van welke aard de oogbeweging geweest is. Doch niet alleen dit: met behulp van een enkele eenvoudige formule zijn nauwkeurig de grootte van de amplitudo en de snelheid, waarmee het oog deze excursie gemaakt heeft, te berekenen. Dit maakt deze methode tot de bij uitstek geschikte voor het nemen van proeven, waarbij het gaat om het verband tusschen de snelheid, waarmee de proefpersoon gedraaid is en de snelheid van de nystagmus na te gaan.

Toch bevat deze oogenschijnlijk ideale methode zoo vele technische moeilijkheden, dat daardoor de kans op het welslagen der proefnemingen lang niet volmaakt is te noemen. Eén van de voornaamste van deze moeilijkheden is gelegen in de omslachtige wijze van scherp instellen van de camera. Voordat de gevoelige papierstrook in de camera gedaan kan worden, moet men de beeldjes van de lichtende puntjes op een willekeurig strookje wit papier scherp stellen, dat ter plaatse is aangebracht, waar het photographische papier langs gaat glijden. Eerst dan kan in het donker de papierstrook in de camera aangebracht worden. Al die tijd ligt de proefpersoon op het statief. Zeer hooge eischen worden gesteld aan de proef-

persoon om in deze tijd voortdurend naar een denkbeeldig punt te blijven kijken. Bijna een ieder gaat ongewild gedurende deze tijd dat alles donker moet zijn, spontane bewegingen met het oog maken. En vaak gebeurt het, dat deze spontane oogbewegingen zoo groot zijn, dat daardoor het kapje, dat op de cornea geplaatst is, verschoven wordt. Het spreekt nu vanzelf, dat van een scherp ingesteld zijn van de camera geen sprake meer is en men gevoegelijk over nieuw kan beginnen.

Ook het belichtingslampje heeft een aantal bezwaren. Voor het 10 Volt gloeilampje is een cylinderlensje aangebracht, dat een zoodanige sterkte heeft, dat het uit-tredende licht ongeveer als een evenwijdige lichtbundel is te beschouwen. Door deze evenwijdige lichtbundel worden de beide platina-bolletjes belicht. Willen deze voldoende lichtend worden om duidelijke zwarte lijnen op de photographische papierstrook te geven, dan moet het lampje overbelast worden. Economischer ware het, indien de cylinderlens zoo sterk was, dat het licht ge-concentreerd werd tot een lichtlijn, waarin de beide bolletjes zich konden bewegen. Men zou dan met veel minder licht een betere belichting krijgen. Een ander bezwaar is, dat het koperen omhulsel, waarin het gloeilampje gevat is, belangrijk warm wordt wanneer het lampje eenige tijd gebrand heeft. De opstelling van de proef is zoodanig, dat dit omhulsel juist rust op de wang van de proefpersoon. Het warm worden van dit omhulsel wordt door de proefpersoon als onaangenaam waargenomen en laat dan ook dikwijls zijn sporen op de wang achter. Het omwoelen van het omhulsel met asbest en dergelijke heeft wel eenige verbetering gebracht, doch is niet afdoende gebleken. Tenslotte is het bezwaarlijk, dat het belichtingslampje onder aan de camera is aangebracht en met deze heen en weer wordt bewogen. Worden nu op de wijze als boven besproken is, de beeldjes van de belichte platina bolletjes scherp gesteld op het papier,

dan wordt bij elke beweging van de camera de lichtbundel mee bewogen en beschijnt niet meer voldoende de beide bolletjes. Het lampje moet dus na elke beweging van de camera bijgesteld worden. Dit is te omslachtig. Oorspronkelijk is het de bedoeling geweest, dat eens voor al het lampje werd gericht, zoodat, wanneer dit de bolletjes op de juiste manier belichtte, het beeld tevens scherp ingesteld was. In de praktijk leverde dit moeilijkheden op, doordat men niet kon controleeren of het beeld midden op het papier was ingesteld, zoodat het vaak gebeurde dat bij het ontwikkelen van de papierstrook bleek, dat de beeldjes zich naast het papier hadden bevonden, waardoor dus de proefneming als mislukt was te beschouwen. Ook verschillende gezichtsvormen van de proefpersonen maken het vasthouden aan een bepaalde stand van het belichtingslampje ondoenlijk.

De door Kuilman gebezigde bijtlaat bevatte de afdruk van het geheele gebit. Wanneer de proefpersoon deze plaat in de mond heeft, is het hem onmogelijk geworden zich verstaanbaar te maken, iets wat zeker gewenscht is om op eventueele onaangenaamheden direct de aandacht te kunnen vestigen. Ook het slikken is hem niet meer doenlijk, zoodat het gevormde speeksel op een zeker moment hem uit de mond gaat lopen. Het gevolg hiervan is, dat de proefpersoon zich onbehagelijk gaat voelen en onrustig wordt, wat niet ten goede komt aan het welslagen der opnamen.

Het tijdsein teekent op de papierstrook streepjes, welke ieder $\frac{1}{6}$ seconde voorstellen. Voor nauwkeurige berekeningen is dit onvoldoende. Immers de snelle phase van een nystagmus duurt soms slechts $\frac{1}{50}$ seconde. Naar een nauwkeuriger aangifte van de tijd moet dus gestreefd worden.

Tenslotte kan de bediening van het toestel moeilijkheden opleveren, die aan de waarde van de proefneming belangrijk kunnen afdoen. Wanneer een opname ge-

maakt wordt, moeten een drietal knoppen bewogen worden:

- 1°. de motor, die het papier voortbeweegt, moet in werking gesteld worden; tegelijkertijd wordt dan de sluiters van de camera geopend,
- 2°. het belichtingslampje moet aangestoken worden, en
- 3°. het lampje van het tijdsein moet ingeschakeld worden.

Veelheid van handelingen doet gemakkelijk één van allen vergeten. Het is dus te verkiezen, dat alle handelingen gelijktijdig in één handomdraaien worden verricht.

Samenvattend kan men zeggen, dat wanneer het gaat om proefnemingen, waarbij de richting en de grootte van de amplitudo van de nystagmus nauwkeurig moeten worden vastgesteld, de door Kuilman gemodificeerde methode van Struycken verreweg te verkiezen is boven alle andere methoden. Het leek een eerste opgave, om die bezwaren van het instrumentarium van Kuilman, die het welslagen van de proefnemingen ten zeerste belemmeren, afdoende te ondervangen. Voor wat betreft het vergemakkelijken van het instellen van de camera kon dit gezocht worden in een zoodanige constructie, dat men, terwijl de gevoelige papierstrook reeds in de camera aangebracht is, toch de door de lichtende bolletjes gevormde beeldjes kan waarnemen.

Het belichtingslampje moest vrij gemaakt worden van de camera en door het te omgeven met een vacuümglas kon voorkomen worden, dat de proefpersoon door de hitte van het lampje verbrand wordt.

De bijtplaat kon belangrijk kleiner zijn. Reeds een indruk van de snijtanden is voldoende om het bewegen van het hoofd uit te sluiten.

De tijd moest in kleinere waarden worden aangegeven. Men kan hierbij gebruik maken van de 50 perioden van het lichtnet.

Tenslotte moest naar samenvoeging van verschillende handelingen gestreefd worden.

Hoe nu deze opgaven tot een afdoende oplossing gebracht zijn, zal uitvoerig in het hoofdstuk „Instrumentarium” worden besproken.

HOOFDSTUK II.

HET INSTRUMENTARIUM.

Aan de nystagmograaf van Struycken-Kuilman, die gewijzigd is om te voldoen aan de genoemde eischen, kan men een aantal deelen onderscheiden, die ieder een bepaalde taak te vervullen hebben. De aangebrachte wijzigingen zijn cursief gedrukt.

A. Het fixeerende gedeelte.

Het wentelstatief volgens Grahe, dat Kuilman gebruikt heeft, is ongewijzigd gehandhaafd, doch niet zoozeer om de proefpersoon om de twee ter beschikking staande assen te kunnen draaien, dan wel om de proefpersoon elke gewenschte stand in de ruimte te kunnen geven. Zooals bekend is, bestaat het wentelstatief uit twee forsche staanders, waartusschen het buitenraam is opgehangen. Dit buitenraam kan om de dwarsas, liggende tusschen de staanders, bewogen worden. Aan de korte zijden van het buitenraam is het binnenraam draaibaar bevestigd, zoodat dit om de lengteas gewenteld kan worden. In het binnenraam is een zeil uitgespannen, waarop de proefpersoon komt te liggen. Aan het hoofdeinde zitten steunen voor de schouders en is een beugel aangebracht, waarlangs een steun voor het hoofd kan verschoven worden. Ter zelfder plaatse is op het binnenraam een tweede kleiner raam aangebracht, dat langs de korte zijde opgeklapt kan worden en aan het binnenraam met een tweetal stalen manchetten onbeweegbaar kan worden

vastgemaakt. Op dit kleinere tweede raam is de camera met het belichtingslampje gemonteerd. Onderaan bevindt zich de plaats, waar de bijtplaat voor de proefpersoon wordt vastgeschroefd. Daar er eenige ruimte noodig is bij het neerleggen van de proefpersoon op het statief, is dit tweede raam opklapbaar gemaakt. Aan het voeten-einde zit een verstelbare voetenplank, die er zorg voor draagt dat de proefpersoon niet weg zal glijden, wanneer deze in staande houding gebracht wordt.

De fixatie van de proefpersoon aan het binnenraam vindt plaats, voor wat betreft het lichaam, door een aantal riemen, waarmee hij op het zeil wordt vastgebonden. Het hoofd zit gefixeerd tusschen een drietal hoofdsteuken (fig. 1, A 1 en 2). Ten overvloede heeft de proefpersoon een bijtplaat in de mond (fig. 1, A 3). Deze bestaat uit een koperen plaat, waaromheen een laag afdrukmasa is aangebracht. De afdrukmasa, welke gebruikt wordt, is de uit de tandheelkunde bekende „Stents composition”. Voordat de proefpersoon op het toestel wordt gelegd, heeft hij eerst in de week gemaakte afdrukmasa gebeten, *doch alleen met de snijtanden*. Dit is reeds voldoende om het hoofd te fixeeren, terwijl aan de andere kant het de proefpersoon mogelijk blijft te spreken en te slikken. Op deze wijze is de proefpersoon één geworden met het binnenraam.

Ook de camera zit onbeweegbaar aan het binnenraam verbonden. Door de fixatie van en proefpersoon en camera aan het binnenraam van het statief, heeft men bereikt, dat onderlinge bewegingen tusschen het hoofd van de proefpersoon en de camera onmogelijk zijn geworden. Hierdoor is een belangrijke fout geëlimineerd geworden.

B. Het platina stiftje.

Aan het platina stiftje, dat op het oog geplaatst wordt (fig. 1, B 1), heeft Kuilman een zijrampje met een

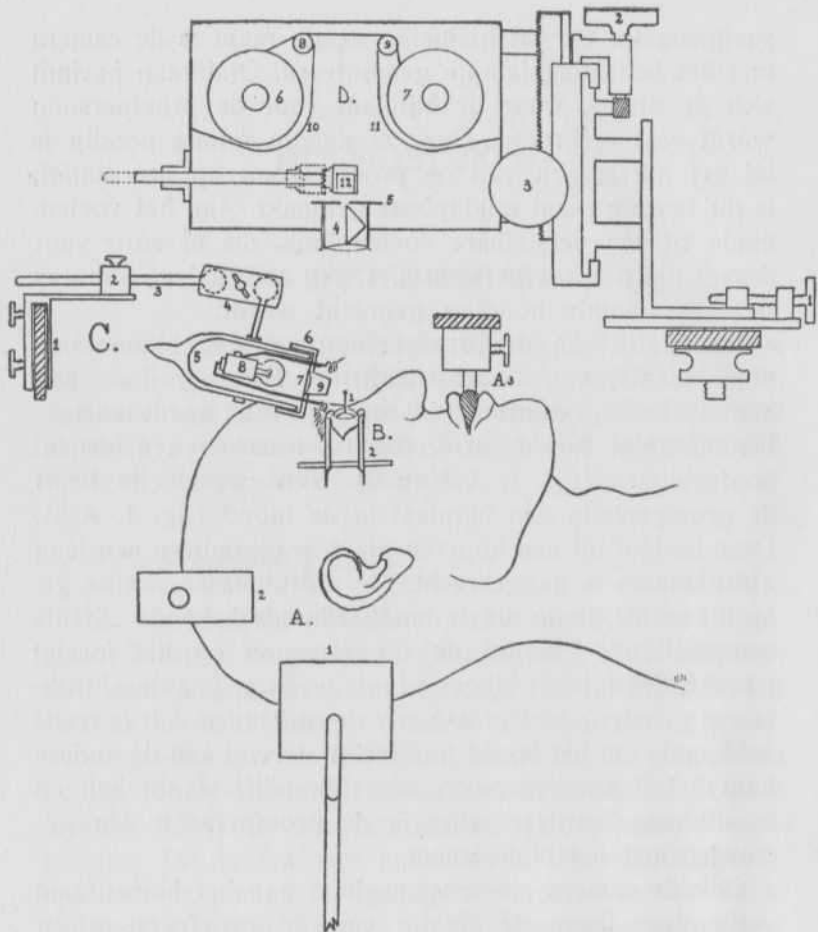


fig. 1. Nystagmograaf van rechterzijde gezien.

De deur van de camera is weggelaten, zoodat het inwendige van de camera zichtbaar is. Bij D 12 stelt de getrokken lijn het instelprisma tijdens het instellen voor, de stippellijn tijdens opname. Voor verdere verklaring zie tekst.

tweede bolletje aangebracht. Hierin is een wijziging gebracht. Theoretisch is het mogelijk, dat bij rotatoire oogbewegingen op het zijarmpje een zoodanige centrifugale kracht gaat werken, dat daardoor een uitzwaaien van

bracht ter grootte van de cornea en met schellak op het plaatje vastgekit. Op de naar het oog gerichte zijde van het plaatje is eveneens een klein stukje zijde geplakt. Er dient voor gezorgd te worden, dat geregeld de platina-bolletjes gepolijst worden, opdat zij hun spiegelend vermogen ten volle behouden.

Voordat het vochtig gemaakte zijden kapje op het oog geplaatst wordt, moet het oog anaesthetisch gemaakt worden. (Wij deden dit met 5% cocaïne-oplossing). Vaak gebeurt het, dat het licht van het belichtingslampje door de omgeving van het oog wordt teruggekaatst en een sluiering teweeg brengt op het photographische papier. *Afdoende is dit verholpen door de omgeving van het oog te bestrijken met een papje van norit-poeder*, wat zich na afloop van de proef gemakkelijk laat wegwaschen, zonder sporen achter te laten.

Het is noodzakelijk, dat de oogspleet door een ooglidhouder open gehouden wordt, opdat het kapje niet door de oogleden van de cornea wordt afgeschoven. De ooglidhouder volgens Koster, die een vrij sterke veering heeft, *is vervangen door een model zonder veer* (fig. 1, B 2), *dat een zoodanige constructie heeft, dat de druk door de oogleden uitgeoefend een wringing te weeg brengt, die het sluiten van de houder onmogelijk maakt*. De oogspleet wordt dus niet opengesperd, doch alleen belemmerd zich te sluiten. Het is wel gebleken, dat kramp van de oogleden lang zoo snel niet optreedt als met de actief sperrende ooglidhouder, welke kramp ontegenzeggelijk zijn invloed doet gelden op de oogspieren. Wanneer kramp van de oogspleet is opgetreden, is dit direct aan de curve te zien, die dan een duidelijke tremor vertoont. Het spreekt van zelf, dat hierdoor het beeld van de nystagmus verdoezeld wordt.

C. *Het belichtingslampje.*

Zooals reeds medegedeeld is, *is het belichtingslampje*

los gemaakt van de camera en bevestigd aan het raam, waarop ook de camera gemonteerd is. Het belicht de beide bolletjes nu niet meer van onderen af, doch van boven. Om het gedeelte van het raam, dat boven de proefpersoon gelegen is, grijpt een klem (fig. 1, C 1), die ten opzichte van de proefpersoon naar rechts en links verschoven kan worden. Op deze klem is een doorboord koperen cylindertje (2.) gesoldeerd, waar een dito staafje (3.) doorheenloopt. Op deze wijze is verplaatsing van het lampje naar boven en beneden ten opzichte van de proefpersoon mogelijk. Aan het einde van het staafje is een dubbel kogelgewricht (4.) aangebracht, dat bij het fijnere instellen van het lampje groote diensten bewijst. Een tweede staafje van dit kogelgewricht loopt naar een ring, *waarin het vacuumglas (5.) van het lampje gevat is.* In het vacuumglas zit een *dwergfitting (8.) met een 6 V. gloeilampje.* Het door Kuilman gebruikte 10 V. lampje, dat een schroefdraad heeft afwijkend van het normale model, is verlaten en vervangen door dit algemeen gangbare fietslantaarnlampje. Alle warmte van het gloeilampje blijft in het vacuumglas gevangen, zoodat de proefpersoon op deze wijze beschermd is tegen mogelijk verbranden van de huid.

Op het vacuumglas zit als afsluiting een ebonieten dop (6.). Hierin is een cylinderlensje (7.) gevat, dat de stralen van het gloeilampje concentreert tot een lichtlijn ter plaatse van de beide platina bolletjes. Door het concentreeren van het licht worden deze fel belicht. Bij het bewegen van de bolletjes blijven zij steeds goed belicht, omdat deze theoretische lichtlijn wel eenige diepte en breedte heeft. Deze diepte en breedte laten de bij nystagmus optredende beweging ten volle toe, zonder dat de bolletjes uit de lichtbundel geraken. Ter voorkoming dat verdwaalde randstralen in de camera zouden kunnen vallen en sluiering van het gevoelige papier zouden

téweeg brengen, is om het cylinderlensje heen een zwart metalen kokertje (9.) aangebracht.

Door de ebonieten dop lopen de beide toevoerdraden van het gloeilampje. Deze komen uit een transformator, die op een plankje aan de andere zijde van het raam is bevestigd. Een weerstand zorgt er voor, dat het lampje op verschillende lichtsterkten kan branden en ook, zoo noodig, overbelast kan worden. De transformator betreft zijn stroom van het lichtnet via de bedieningsknop van de camera, waaraan een sleepcontact is aangebracht. Bij de bespreking van de camera wordt hier nader op teruggekomen.

D. De camera.

De camera (fig. 1 D) heeft de vorm van een langwerpige metalen doos. Het eenvoudigste zijn de wanden te noemen naar de wijze, waarop de proefpersoon ze ziet. Wanneer hij op het statief ligt, kijkt hij naar de bodem van de camera. De rechter lange zijwand doet in zijn geheel dienst als deur. In fig. 1 D is de deur weggenomen, zoodat het inwendige van de camera zichtbaar is. Aan de tegenoverliggende linker zijwand zijn de gramfoonmotor en de bedieningsknop bevestigd, welke straks nader besproken zullen worden. Verder onderscheidt men de boven (korte zij)-wand, de onder (korte zij)-wand en het dak van de camera.

De onderwand is met behulp van een viertal stevige bouten aan de kruistafel bevestigd, welke op haar beurt weer vastgeschroefd zit op het opklapbare gedeelte van het binnenraam. Het drietal stelschroeven van de kruistafel (fig. 1 D 1, 2 en 3) maakt de verplaatsing van de camera in drie verschillende richtingen mogelijk.

De bodem van de camera bevat de tubus, waarin het objectief (4.) gevat zit. Dit objectief bestaat uit een verzamellens en een omkeerings-prisma. De helft van het

aantal lichtstralen valt alleen door de verzamellens en de andere helft door de verzamellens en het prisma heen. Op welke wijze dit prisma de bewegingen van het beeldpunt verandert, wordt in het Hoofdstuk: *Analyse der curven* nader besproken. Achter het objectief is een diaphragma (5.) aangebracht, waarop tevens de sluiters van de camera zich bevindt. Deze sluiters staat in mechanische verbinding met de bedieningsknop, zoodat bij beweging van deze knop de sluiters op het verlangde oogenblik geopend en gesloten wordt.

De lichtstralen, welke het objectief gepasseerd zijn, vallen, wanneer het instelprisma weggeschoven is, — hierop wordt dadelijk teruggekomen — op de photographische papierstrook, die langs het dak van de camera kan voortglijden. Deze papierstrook, welke gemaakt is van het meest licht-gevoelige bromide papier, en een breedte heeft van 4 cm., is opgerold op een spoel (6.). Over een paar rolletjes (8 en 9.) wordt zij voortgeleid naar een tweede spoel (7.). Beide spoelen draaien om assen, welke in de linker wand bevestigd zijn. De as van de tweede spoel staat in verbinding met de gramofoonmotor, welke in een kastje tegen de linkerwand is aangebracht. Wordt de motor in beweging gezet, dan wordt de papierstrook op de tweede spoel gerold en van de eerste afgewikkeld. Dit geschiedt met een snelheid van 3 cm. per sec. Het aan- en afzetten geschiedt weer langs mechanische weg door het bewegen van de bedieningsknop.

Ter voorkoming dat het gedeelte van de papierstrook, dat zich op de spoelen bevindt, door verdwaalde lichtstralen belicht wordt, hetgeen een ongewenschte sluiering teweeg zou brengen, *zijn om de beide spoelen lichtdichte metalen schotjes (10 en 11) aangebracht.*

Voordat een opname gemaakt kan worden, dient men zich ervan te overtuigen, dat de vier beeldpunten scherp en op het midden van het papier zijn ingesteld. Hiervoor

dient het *instel-prisma* (zie fig. 1 D 12). Dit instelprisma buigt de lichtstralen af en werpt hen door *een opening in de deur (rechterwand) op een matglas (fig. 2 M)*, dat in een metalen koker gevat zit, welke koker aan de deur bevestigd is. In fig. 2 is de stralengang tijdens het instellen geteekend. Is het beeld scherp ingesteld op het matglas, dan is dit eveneens het geval op de papierstrook. Hiermede is een belangrijke winst aan tijd te boeken. Het instellen neemt een luttel aantal seconden in beslag, waarop door een enkele handbeweging direct tot het maken van de opname kan worden overgegaan.

Het instelprisma is bevestigd aan een metalen staafje (fig. 3, 1), dat door de bovenwand van de camera naar buiten loopt. Een hefboom (fig. 3, 2) zorgt voor de *mechanische verbinding tusschen dit staafje en de bedieningsknop (fig. 3, 3)*. Deze is het weer, die er zorg voor draagt, dat op het juiste oogenblik het prisma weggeschoven wordt, zoodat de lichtstralen het papier kunnen bereiken tijdens de opname.

Behalve de koker waarin het matglas gevat is, dat bij het instellen dienst doet, is op de deur vlak bij het dak van de camera *het tijdsein* aangebracht; dit bestaat uit een *neonsignaallampje van Philips van 220 V.* (fig. 3, 4). Het licht van het neonlampje wordt door een luikje in de deur geworpen op een prisma (fig. 2, P), dat de stralen werpt door een spleetje van 0,3 mm breedte. Dit spleetje, dat in een metaalplaatje is aangebracht, dat tegen het photographische papier aan ligt, staat loodrecht op de richting van de papierstrook. (Zie fig. 3, 5). Door de wisselstroom gloeit het neongas vijftig maal per seconde aan. Wanneer dus de papierstrook voortbewogen wordt, geeft het licht van het neonlampje vijftig maal per seconde een afdruk van het spleetje op het papier. Hierdoor ontstaat een reeks van fijne streepjes, waarvan de afstand van streepje tot streepje $\frac{1}{50}$ seconde voorstelt. Zoo men nog nauwkeuriger wil werken, is elk streepje

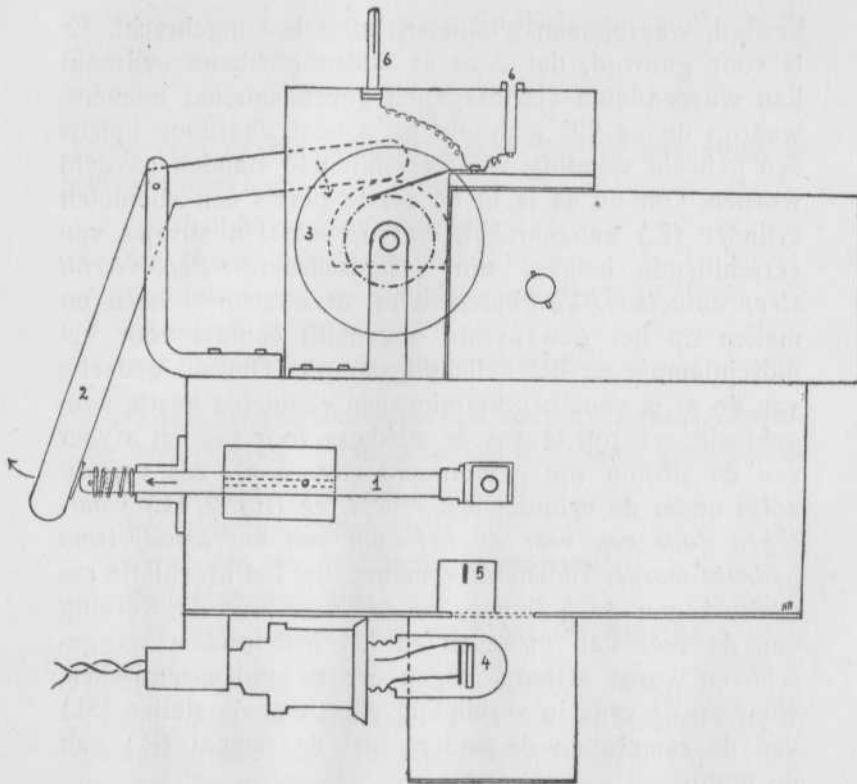


fig. 3.

Nystagmograaf van boven gezien. Voor verdere verklaring zie tekst.

en elke uitsparing tusschen het volgende streepje $\frac{1}{100}$ seconde.

De stroom ontvangt het signaallampje van het lichtnet, nadat het de bedieningsknop gepasseerd is. Ook thans weer zorgt deze er voor, dat het neonlampje alleen tijdens de opname brandt.

Er rest nu nog een bespreking van *de bedieningsknop* (fig. 2, B). Naast het kastje, waarin de gramfoonmotor zich bevindt, is aan de linker wand een stevige as be-

vestigd, waarop een ebonieten knop is aangebracht. Er is voor gezorgd, dat deze as alleen rechtsom gedraaid kan worden. Een viertal pallen geven aan het moment, waarop de as 90° gedraaid is, zoodat daardoor tijdens een geheele wending vier verschillende standen gevoeld worden. Om de as is in de eerste plaats een ebonieten cylinder (E.) aangebracht, waarop metalen stripjes van verschillende lengten zijn vastgeschroefd. *Een viertal sleepcontacten* (S.) glijden over deze stripjes heen en maken op het gewenschte oogenblik contact voor het tijdseinlampje en het belichtingslampje. Om dit gedeelte van de as is voor bescherming een ebonieten kastje aangebracht, waarop tevens de stekkers voor toe- en afvoer van de stroom zijn gemonteerd (fig. 3, 6). Als tweede volgt onder de cylinder *een excentriek* (fig. 2, H.) *waartegen door een veer de hefboom van het instelprisma gedrukt wordt*. Tijdens de opname rust het afgeplatte gedeelte tegen de hefboom, zoodat deze aan de werking van de veer kan toegeven en het instelprisma weggeschoven wordt. Hierop volgen een tweetal excentrieken, waarvan de eene in verbinding staat met de sluiters (Sl.) van de camera en de andere met de rempal (R.) van de motor.

Men kan nu een viertal standen van de bedieningsknop onderscheiden.

Allereerst de *rustphase*:

- het belichtingslampje is uit;
- het tijdseinlampje is uit;
- de sluiters van de camera is gesloten;
- de motor staat stil;
- het instelprisma staat voor het diaphragma.

Daarop volgt de *instelphase*:

- het belichtingslampje brandt;
- het tijdseinlampje is uit;

de sluiters van de camera is geopend;
 de motor staat stil;
 het instelprisma staat voor het diaphragma.

Heeft men de beeldpunten scherp gesteld dan volgt de *opnamephase*:

het belichtingslampje brandt;
 het tijdseinlampje brandt;
 de sluiters van de camera is geopend;
 de motor loopt;
 het instelprisma is weggeschoven.

Is de opname geschiedt dan kan men in de *contrôlephase* nog contrôleeren of het beeld op zijn plaats gebleven is:

het belichtingslampje brandt;
 het tijdsein is uit;
 de sluiters van de camera is geopend;
 de motor staat stil;
 het instelprisma staat voor het diaphragma.

Hierop komt dan de eerste of rustphase terug.

Door deze *automatiseering* is de bediening van de nystagmograaf aanmerkelijk vereenvoudigd, zoodat het nu mogelijk geworden is om in een zeer korte tijd een duidelijk nystagmogram te maken.

HOOFDSTUK III.

DE ANALYSE DER VERKREGEN CURVEN.

In zijn dissertatie heeft Kuilman uitvoerig uiteengezet op welke wijze de curven geanalyseerd kunnen worden ter verkrijging van de gegevens omtrent richting, grootte en snelheid van de nystagmus. Hij drukt hierbij de amplitudo uit in lengtematen. Beter is het amplitudo en snelheid van de nystagmus, die toch eigenlijk een beweging is, waarbij een cirkelboog doorloopen wordt, niet uit te drukken in de lengte van de koorde, maar in het aantal graden van de doorloopen boog zelf. Zoo wordt dan ook de snelheid van de nystagmus weergegeven in aantal graden per seconde. Bij het vaststellen van de richting van de nystagmus maakt hij gebruik van de begrippen positief en negatief, die verwarrend kunnen werken. Eenvoudiger is het de richting te benoemen naar het rechts en links en onder en boven van degene, waarvan het nystagmogram is opgenomen. Deze dingen waren aanleiding tot het opnieuw opbouwen van de analyse.

Voor een juiste indruk van de wijze, waarop de gemaakte curven geanalyseerd kunnen worden, dient men zich eerst er rekenschap van te geven, welke weg de lichtbundels afleggen door het optische systeem en wat zij ten slotte neerschrijven op de zich voortbewegende gevoelige papierstrook.

De lichtbundels zijn afkomstig van de beide gepolijste platina-bolletjes, die zich aan het einde van het op de cornea geplaatste stiftje bevinden en door de belichting van het onder hoofdstuk *Instrumentarium* beschreven belichtingslampje geworden zijn tot twee lichtende

punten, welke, zij het dan vergroot, alle bewegingen van het oog nauwkeurig volgen. Ter vereenvoudiging zal de lichtstralengang van één lichtpunt nader beschouwd worden, daar door het tweede punt, bij rechte lijnige oogbewegingen, dezelfde baan afgelegd wordt als door het eerste. Dit tweede punt krijgt eerst beteekenis bij rotoire oogbewegingen.

De lichtstralen nu van dit lichtend punt uitgaande, vallen ten deele op het objectief van de camera, alwaar zij door de verzamellens geconcentreerd worden tot een beeldpunt op het voorloopig nog stilstaande, fotografische papier. Dit beeldpunt ligt, volgens de bekende optische wetten, ter anderzijde van de optische as (fig. 4a), als

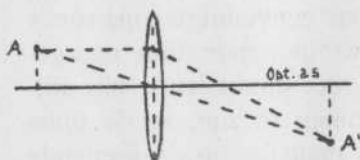


fig. 4a.

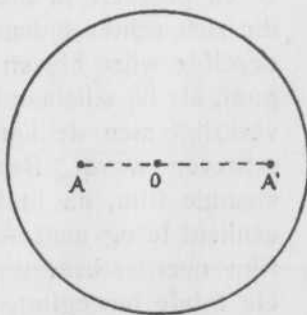


fig. 4b.

waar zich het lichtende voorwerppunt bevindt en op een afstand, die zooveel maal groter is dan de afstand van het lichtende voorwerppunt tot de optische as, als de vergroting van de verzamellens bedraagt (fig. 4b). De vergroting is afhankelijk van de (constante) afstand van de verzamellens tot het gevoelige papier en bedraagt voor de gebruikte camera 1,55.

Gaat het oog nu een rechte lijnige beweging maken van A naar B, dan zal door het beeld van het lichtende punt op het stilstaande, gevoelige papier een streep A'B' ge-

teekend worden, die in tegengestelde richting loopt en 1,55 maal grooter is, dan de door het lichtende punt uitgevoerde beweging. Veronderstelt men, dat deze beweging geschiedt loodrecht op de richting, waarin het papier zich voort kan bewegen, dan heeft men de situatie als in fig. 5a (in cirkel) aangegeven, waarbij O het optische middelpunt of as voorstelt en A'B' de lijn, die bij stilstaand papier zal worden neergeschreven. Laat men tijdens deze beweging van A' naar B' het papier voortbewegen in de richting van de pijl (fig. 5a, bovenste deel), dan is het hetzelfde, alsof het optische middelpunt zich in tegengestelde richting verplaatst en zich in een tijdseenheid van O_1 naar O_2 begeeft en van O_2 naar O_3 en verder. Ondertusschen beweegt het beeldpunt zich van A' naar B' en passeert in die tijdseenheid de standen 2, 3 enz., die zich echter tijdens het voortbewegen van de film op dezelfde wijze blijven verhouden tot het optische middelpunt, als bij stilstaande film. Door eenvoudige constructie verkrijgt men de lijn, die tijdens loopende film neergeschreven wordt. Beweegt het beeldpunt zich bij stilstaande film, na in B' aangekomen te zijn, in de tijdseenheid terug naar A', dan kan men de, op de loopende film neergeschreven lijn op gelijke wijze construeeren. De totale beweging, die uitgevoerd is, is te vergelijken met een nystagmus, loodrecht op de papierrichting met één langzame en één snelle phase.

Een eerste vraag is, wat men uit de gevonden curve voor gegevens kan putten omtrent de nystagmus, die heeft plaats gehad, b.v. omtrent de amplitudo. Trekt men vanuit B'' (fig. 5a) een lijn loodrecht op de papierrichting en laat vanuit A' een loodlijn op deze lijn neer, dan vindt men A''. Daar O_1A' gelijk is aan O_3A'' en OB' gelijk is aan O_3B'' , is A''B'' gelijk aan A'B', d.w.z. dat de breedteprojectie (loodrecht op de bewegingsrichting van het papier) van de geschreven lijn in dit geval de amplitudo aangeeft.

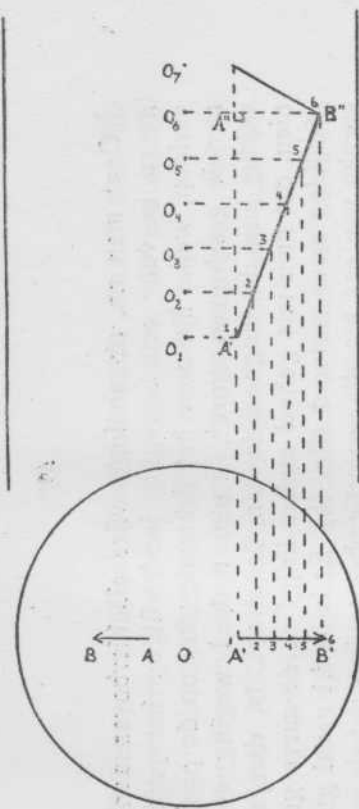


fig. 5a.

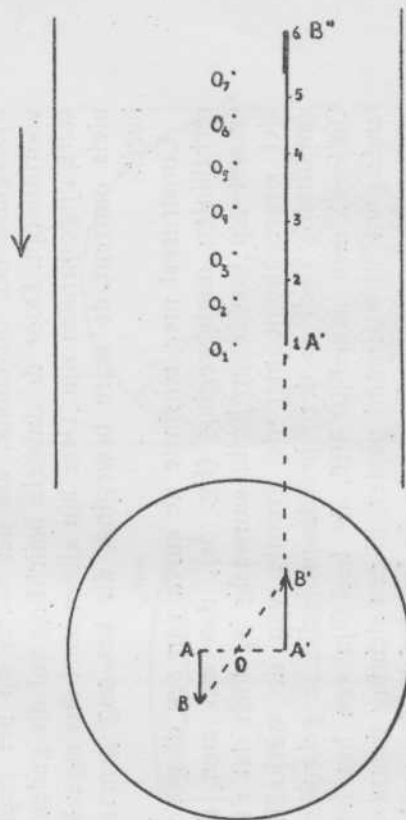


fig. 5b.

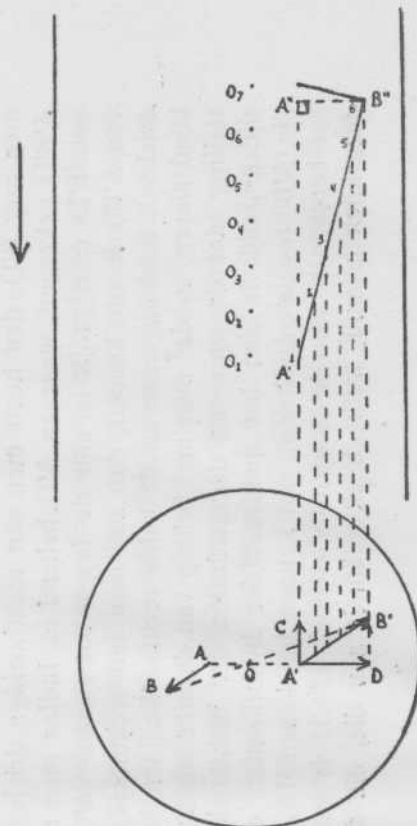


fig. 5c.

Het in de cirkel geteekende deel stelt voor de bewegingen van het lichtend punt en de bijbehorende beeldpunten ten opzichte van de optische as. Het bovenste deel is de van boven naar beneden bewegende papierstrook, waarop van beneden naar boven de curven geschreven worden.

Gaat men na, op analoge wijze als hierboven aangegeven is, voor een beweging loodrecht op het papierverloop, welke lijn door het lichtende punt op de papierstrook geschreven wordt, wanneer de beweging evenwijdig aan de lange zijde van de strook is, dan ziet men, dat men iets geheel anders krijgt en de curve geen afwijking meer vertoont (fig. 5b). Er is in dit geval geen sprake van een breedte-projectie; het eenige, dat de aandacht vraagt is, een aan het einde van de curve heen en weer gaande beweging, waarbij de snelle phase van de nystagmus een oogenblik, als het ware, op het papier vooruitloopt. Door de dubbele belichting zal dit gedeelte sterk uitgesproken zijn. Deze lijn alleen leert dus eigenlijk niets omtrent de ware beweging, die het oog gemaakt heeft.

Construeert men tenslotte de curve van een diagonale rechtlijnige oogbeweging (fig. 5c), dan ziet men, dat er wel een breedte-projectie aanwezig is, doch dat deze niet overeenkomt met de grootte van de werkelijke amplitudo. Toch is deze breedte-projectie te gebruiken. Ontleedt men namelijk $A'B'$, de beeldlijn van het lichtende punt bij stilstaand papier, in een richting dwars op het papierverloop ($A'D$) en in de lengterichting van het gevoelige papier ($A'C$), dan ziet men, dat $A'D$ gelijk is de breedte-projectie van de curve ($A'D = A''B''$). Trekt men nog $B'D$, dan heeft men een rechthoekige driehoek $A'B'D$ gekregen, waarvan $A'D$ bekend is. Indien men nu ook $B'D$ (die gelijk is aan de lengte-component ($A'C$) van $A'B'$) leerde kennen, dan zou men een rechthoekige driehoek hebben, waarvan de beide rechthoekszijden bekend waren, zoodat men met behulp van de meetkundige stelling, dat de som van de quadraten der rechthoekszijden gelijk is aan het kwadraat der hypothenusa, de lijn $A'B'$ (= de amplitudo) zou kunnen berekenen. Door het berekenen van de tangens van hoek $B'A'D$ is ook deze hoek bekend, welke hoek gelijk is aan die, die de

willekeurige rechtlijnige oogbeweging maakt met het vlak, waarin de in het spraakgebruik als horizontaal aangeduide nystagmus verloopt.

Het leeren kennen van de lengte-component van de beeldlijn $A'B'$ is bereikt met behulp van een z.g. *omkeerings-prisma*.

In het objectief van de camera is achter de verzamel-lens een prisma geplaatst, waarvan de hoeken 45° bedragen, op zoodanige wijze, dat de helft van het aantal lichtstralen door dit prisma valt (fig. 6a). De ribben

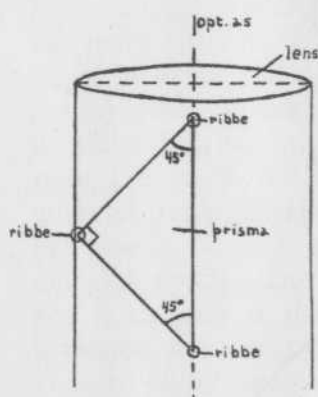


fig. 6a.

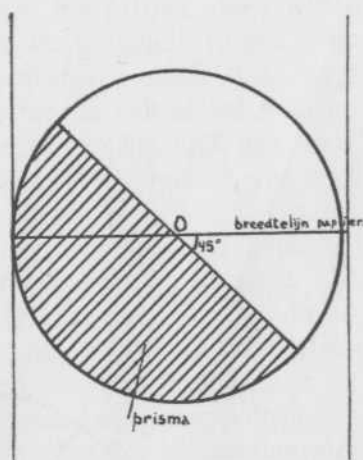


fig. 6b.

van het prisma staan loodrecht op de optische as, terwijl het hypothenusavlak deze as bevat en een hoek maakt van 45° met het vlak, waarin de optische as en de breedtelijn van het papier gelegen zijn (fig. 6b). De snijlijn van beide vlakken is dus de optische as.

Wanneer twee lichtstralen A en B, die evenwijdig loopen en gelegen zijn in een vlak, dat loodrecht op de brekende ribben van het prisma staat, op het prisma vallen (fig. 7), dan worden zij eerst door het invalsvlak

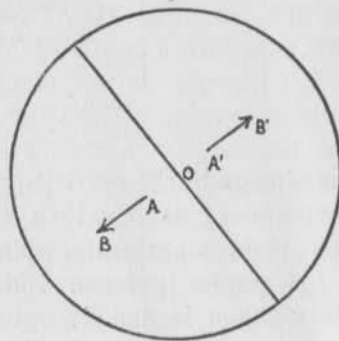
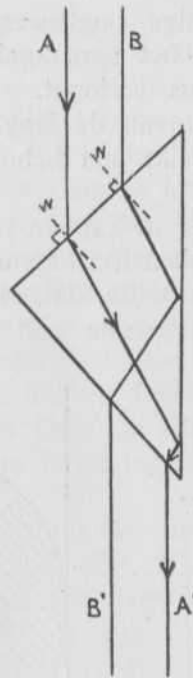


fig. 7.

volgens de optische wetten naar de normaal toe gebroken, komen op het hypothenusavlak, waar zij, als ware het

een vlakke spiegel, worden teruggekaatst naar het derde of uitvalsvlak. Hier worden zij van de normaal af gebroken en vervolgen evenwijdig aan de beginrichting hun weg, doch nu in omgekeerde volgorde, d.w.z.: dat diegene, die het dichtst bij het hypothenusavlak lag er nu het verst van verwijderd is. Waren A en B niet twee afzonderlijke lichtstralen, doch een lichtlijn AB, dan zou deze lichtlijn, na door het prisma gebroken te zijn, als spiegelbeeld haar weg vervolgen. (Zie fig. 7, AB vóór breking, A'B' ná breking).

Laat men de lichtstralen A en B niet invallen in een vlak, loodrecht op de ribben van het prisma, doch willekeurig maar wel loodrecht op de brekende ribben, dan kan men de stralengang construeeren door deze weg van ieder apart na te gaan. In fig. 8a valt straal A dicht bij de brekende ribbe DE in, wordt in het vlak aaa door het hypothenusavlak teruggekaatst en verlaat vèr van de ribbe DE het prisma. De straal B valt vèr van de ribbe DE in, wordt in het vlak bbb door het hypothenusavlak teruggekaatst en verlaat dicht bij de ribbe DE het prisma. Wat er gebeurd is kan men zich het beste duidelijk maken, door voor en na de breking twee vlakken K en L op te richten, die evenwijdig loopen aan de brekende ribben en rechthoekig staan op het hypothenusavlak, en de ligging van de snijpunten der lichtstralen met deze vlakken na te gaan. Ten overvloede trekt men in snijpunt B met vlak K en in snijpunt B' met vlak L lijnen, evenwijdig aan het hypothenusavlak, n.l. de lijn c resp. c'. Men ziet nu dat snijpunt A eerst aan deze zijde van de lijn c lag en na de gang door het prisma aan gene zijde en wel zoodanig, dat de lijn A'B' het spiegelbeeld vormt van de lijn AB ten opzichte van de lijn c resp. c'. Immers de hoeken ABC en A'B'C' zijn gelijk. Ten bewijze hiervan trekke men de hulpstraal X, die de projectie vormt van straal B op vlak aaa. De afstand tusschen A en X is voor en na breking dezelfde, dus

$AX = A'X'$; BX en $B'X'$ zijn beide gelijk aan de loodrechte afstand tusschen de vlakken aaa en bbb . Hoek $AXB = \text{Hoek } A'X'B' = 90^\circ$, dus de driehoeken ABX en $A'B'X'$ zijn congruent, derhalve hoek ABX en hoek $A'B'X'$ gelijk.

Samenvattend kan men zeggen, dat het prisma zooals hier gebruikt, werkt alsof het de lichtlijn, gevormd door het bewegende lichtende punt, na breking in spiegelbeeld laat verder gaan, waarbij het hypothenusavlak als vlakke spiegel heeft dienst gedaan. In fig. 8b is dit in schema weergegeven. AB stelt voor de beweging van het lichtende punt, die in werkelijkheid heeft plaats gevonden. De beeldlijn, welke gevormd wordt door de lichtstralen, die alleen door de verzamellens op het stilstaande papier zijn gevallen, is aangeduid met A_dB_d , en in het vervolg zal aan de letters van deze beeldlijn een kleine d worden toegevoegd, als aanduiding, dat de lichtstralen, die deze beeldlijn gevormd hebben, *direct* op het gevoelige papier zijn gevallen. De curven, die bij loopend papier worden neergeschreven, zullen worden aangeduid met *directe curven*.

De beeldlijn, welke gevormd is door de lichtstralen, die, na de verzamellens gepasseerd te hebben, in het prisma van richting zijn veranderd, is aangeduid met A_pB_p . In het vervolg wordt aan de letters van deze beeldlijn een kleine p toegevoegd, als aanduiding, dat de lichtstralen, die deze beeldlijn bij stilstaand papier hebben gevormd, het *prisma* gepasseerd hebben. De bijbehorende curven, die bij loopend papier worden neergeschreven, worden aangeduid met *prisma-curven*.

Er rest nu nog na te gaan, wat voor winst de nieuw gevonden prisma-curve oplevert. In fig. 9 is de reeds meermalen toegepaste constructie uitgevoerd voor een willekeurige rechtlijnige beweging van het lichtend punt: langzaam van A naar B en snel van B naar A . AB stelt de beweging in werkelijkheid voor, A_dB_d de directe

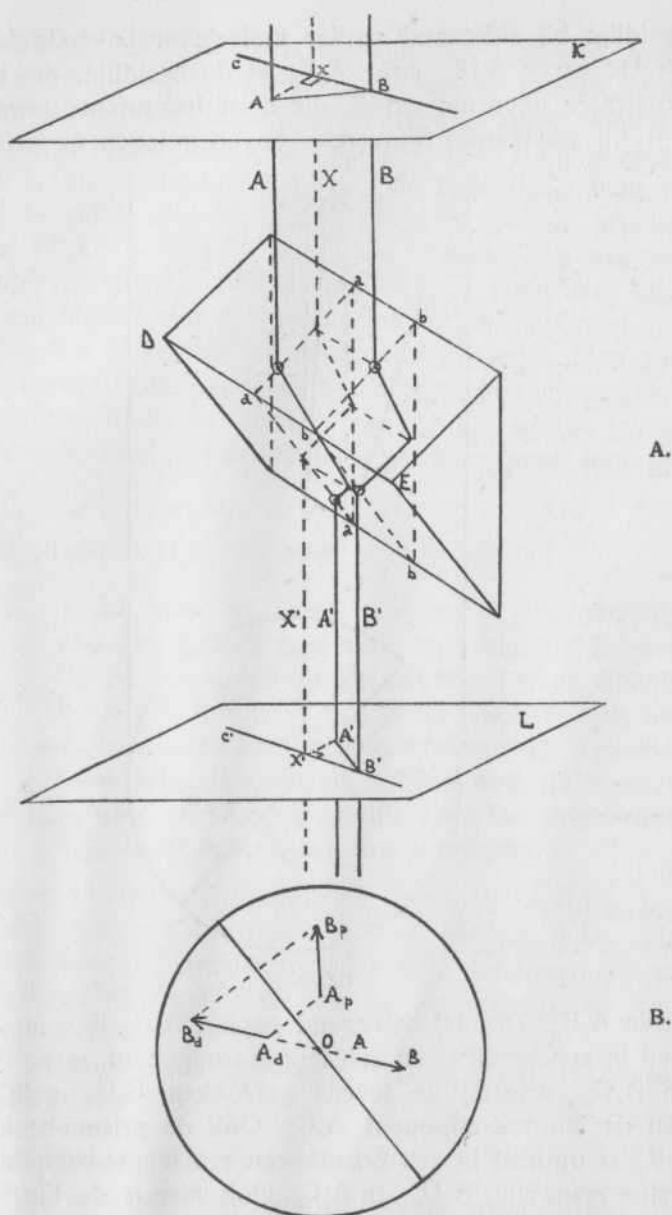


fig. 8.

Van driehoek $A_d B_d D_d$ is de zijde $A_d D_d$ bekend. Deze is immers uit de breedte-projectie van de directe curve te berekenen, aangezien, zooals reeds eerder bewezen werd, deze lijnen gelijk zijn. ($A_d D_d = A_d' B_d'$). Op analoge wijze is nu in driehoek $A_p B_p C_p$ de zijde $B_p C_p$ bekend. Deze is gelijk aan de breedte-projectie van de prisma-curve. ($B_p C_p = B_p' A_p'$). Indien nu bewezen kan worden, dat de driehoeken $A_d B_d D_d$ en $A_p B_p C_p$ congruent zijn, dan zou blijken, dat de gewenschte lengtecomponent van $A_d B_d$ gelijk is aan de prisma-breedte-projectie. Men zou dan over de beide gegevens beschikken, die het mogelijk maken amplitudo en richting van de nystagmus te bepalen. Inderdaad zijn deze driehoeken congruent. Immers:

$$1^\circ. A_d B_d = A_p B_p$$

$$2^\circ. \text{Hoek } A_d D_d B_d = \text{Hoek } A_p C_p B_p = 90^\circ$$

3°. Trekt men de lijnen $A_d R$ en $A_p S$ evenwijdig aan het hypothenusa-vlak, dan zijn de hoeken $D_d A_d R$ en $C_p A_p S$ gelijk en 45° . Tevens zijn de hoeken $B_d A_d R$ en $B_p A_p S$ gelijk, omdat $A_d B_d$ en $A_p B_p$ elkaars spiegelbeeld zijn met het hypothenusa-vlak als spiegel, zoodat ook de hoeken $B_d A_d D_d$ en $B_p A_p C_p$ gelijk zijn. De driehoeken $A_d B_d D_d$ en $A_p B_p C_p$ zijn dus congruent.

Wanneer men nu verder de driehoek $A_d B_d D_d$ beschouwt, dan zijn in deze driehoek bekend $A_d D_d$, die gelijk is aan de breedte-projectie van de directe curve en $D_d B_d$, welke gelijk is aan de breedteprojectie van de prisma-curve.

Uit hetgeen thans gevonden is, kan men het navolgende berekenen.

A. De hoek, van de nystagmus.

In het spraakgebruik wordt met horizontale nystagmus aangeduid, die vorm van nystagmus, welke loopt

in een vlak, dat loodrecht staat op de lichaamsas en gaat door het middelpunt van de cornea bij recht vooruitzien. De fixatie van het hoofd van de proefpersoon aan de camera geschiedt zóó, dat dit vlak loodrecht staat op het gevoelige papier en eveneens loodrecht staat op de lengterichting van de papierstrook (fig. 10).

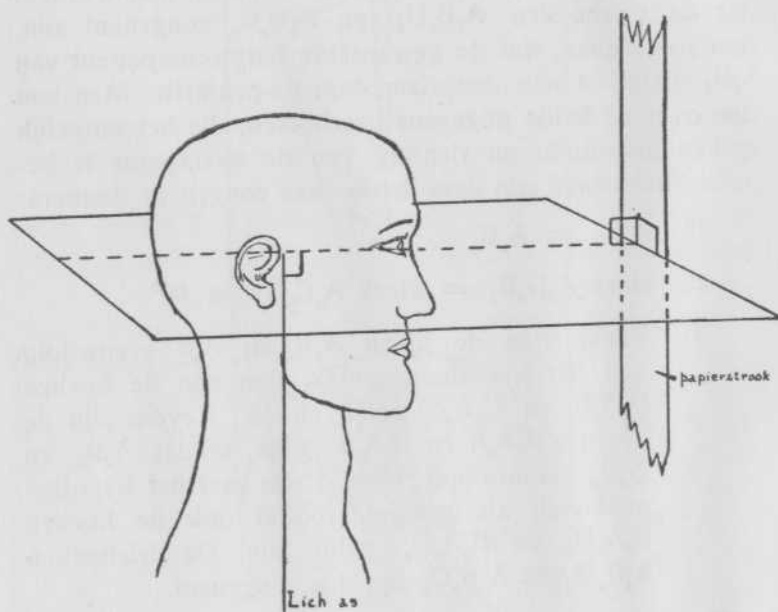


fig. 10.

De hoek $B_d A_d D_d$ in fig. 9 stelt dus voor de hoek, die de nystagmus gemaakt heeft met de, als horizontale nystagmus aangeduide, richting. Deze hoek is bekend geworden, doordat de twee rechthoekszijden van driehoek $A_d B_d D_d$ bekend zijn. De tangens van hoek $B_d A_d D_d$ is namelijk $\frac{B_d D_d}{A_d D_d}$, met andere woorden:

De tangens van de hoek van de nystagmus, is het

quotient van prisma-breedte-projectie en directe-breedte-projectie.

Ook voor de horizontale en verticale nystagmus, die resp. loodrecht op de papierrichting en in de papierrichting loopen, gaat deze stelling op. Voor wat de horizontale nystagmus betreft, zal alleen de directe curve een uitslag vertoonen. De prisma-breedte-projectie is dan dus nul, waardoor het geheele quotient nul wordt. De bijbehorende hoek is 0° , d.w.z. dat de nystagmus in het boven beschreven vlak loopt. Bij een verticale nystagmus geeft de directe curve geen uitslag te zien. De directe-breedte-projectie is in dit geval nul. De noemer van het quotient is dus nul, wat het quotient oneindig groot maakt. De hoek is dan 90° . De nystagmus staat loodrecht op het meergenoemde vlak.

Een oogenblik moet stilgestaan worden bij het vaststellen van de richting, naar welke de gevormde hoek open is. Neemt men ter verduidelijking fig. 9 weer ter hand, dan is in deze figuur de beweging, die het oog in werkelijkheid maakt, gericht naar rechts-onder. De directe curve laat zien in hoeverre afwijking naar links of naar rechts bestaat. Immers de breedte-projectie van deze curve is gelijk aan de breedte-component van de directe beeldlijn. De directe beeldlijn was het spiegelbeeld van de oorspronkelijke beweging, d.w.z. dat wanneer de directe curve gericht is naar links, de beweging in werkelijkheid heeft plaats gevonden naar rechts. Voor de prisma-curve staat vast, dat deze bepaalt in hoeverre een beweging naar boven of naar beneden heeft plaats gevonden, d.i. het bepalen van de richting van de lengte-component van de directe beeldlijn. Wanneer de prisma-curve zich naar *links* beweegt, komt dit overeen met een naar boven gerichte lengte-component d.w.z. met een naar *beneden* gericht-zijn van de beweging in werkelijkheid en bij een bewegen naar *rechts* met een naar beneden

gericht-zijn van de lengte-component van de directe beeldlijn d.w.z. met een naar *boven* gericht-zijn van de beweging in werkelijkheid. Wil men nu uit een verkregen nystagmogram de richting van de nystagmus vaststellen, dan legt men de papierstrook zoodanig voor zich, dat het begin naar beneden gericht is (dus lezen van onder naar boven). De tijdaanduiding bevindt zich dan aan de rechterkant van de strook. Wijkt de *directe* curve zooals in fig. 9 naar *links* af en de *prisma*-curve naar *links*, dan is de beweging, die in werkelijkheid heeft plaats gevonden, gericht naar *rechts-onder*. Samenvattend kan men zeggen, dat een beweging overeenkomt:

van de	<i>directe</i>	curve	naar	<i>links</i>	met een in	<i>werkelijkheid</i>	gericht naar	<i>rechts</i>
" "	<i>directe</i>	" "	" "	<i>rechts</i>	" "	" "	<i>werkelijkheid</i>	" "
" "	<i>prisma</i>	" "	" "	<i>links</i>	" "	" "	<i>werkelijkheid</i>	" "
" "	<i>prisma</i>	" "	" "	<i>rechts</i>	" "	" "	<i>werkelijkheid</i>	" "

B. De amplitudo.

In driehoek $A_d B_d D_d$ van fig. 9 is $A_d B_d$, de directe beeldlijn, te berekenen uit de bekende zijden $A_d D_d$ en $B_d D_d$. Volgens de stelling van Pythagoras is de grootte van $A_d B_d$ te bepalen.

Met andere woorden:

De grootte van de beeldlijn is gelijk aan de wortel uit de som van de quadraten van de directe breedte-projectie en de prisma-breedte-projectie.

Het objectief heeft de beweging van het lichtende punt met 1,55 maal vergroot. Wil men de ware rechtlijnige afstand van het begin tot het einde van de beweging kennen, dan moet men de gevonden grootte van de beeldlijn deelen door 1,55. Hetgeen men nu gevonden heeft is in fig. 11 uitgedrukt door de koorde AB, welke behoort bij de boog AB, welke boog het lichtende punt in werkelijkheid heeft doorlopen. Het meest rationeel is het, wanneer men de grootte van de amplitudo van de

nystagmus, die eigenlijk een cirkel beweging is, uitdrukt in de grootte van de boog, die beschreven is.

Er valt nog nader te overwegen, wat men als middelpunt moet aannemen, waaromheen de boog beschreven

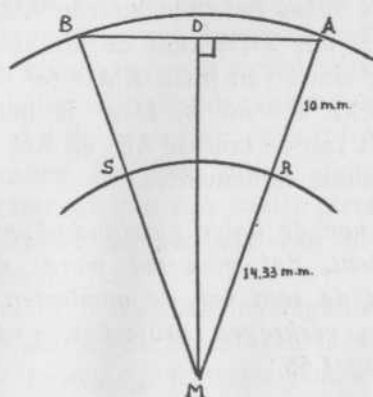


fig. 11.

is. Immers het draaipunt van het oog is tijdens een beweging niet steeds hetzelfde. Verrijp⁷⁾ heeft echter kunnen aantoonen, dat deze afwijkingen zeer gering zijn, zoodat de fout, die men maakt door een gemiddeld draaipunt als vast draaipunt aan te nemen, te verwaarlozen is. Zoo wordt dan als gemiddeld draaipunt aangenomen een punt, dat op 14,33 mm van het corneaoppervlak is gelegen. In fig. 11 is dus MR gelijk aan 14,33 mm. De lengte, van het op de cornea geplaatste stiftje, aan welks einde zich het gepolijste platina bolletje bevindt, bedraagt 10 mm, zoodat de straal van de door het lichtend punt beschreven boog een grootte heeft van 24,33 mm. De grootte van de boog AB zelf wordt uitgedrukt door de bijbehorende hoek AMB. Het gaat er dus nu om deze hoek te berekenen. Teneinde dit mogelijk te maken, trekke men vanuit M een lijn naar het middelpunt van de koorde AB. Volgens de bekende meetkundige regels staat deze lijn tevens loodrecht op

de koorde AB. Zooals uit de congruentie van de driehoeken MBD en MAD blijkt, deelt ook deze lijn de hoek AMB in gelijke deelen. Beschouwt men nu de driehoek AMD, dan weet men de grootte van de zijde AD, die de helft is van de reeds bekende koorde AB. Ook de zijde AM is bekend, n.l. 24,33 mm de straal van de boog, zoodat ook de sinus van hoek AMD (= de helft van de gevraagde hoek) bekend is. Deze is het quotient van AD (= de helft van de koorde AB) en AM (= 24,33 mm). Men kan dit aldus samenvatten:

De sinus van de halve amplitudo-hoek is gelijk aan het quotient, dat gevormd wordt door de halve wortel uit de som van de quadraten der beide, uit de curven verkregen projecties, gedeeld door de vergrooting 1.55,

en de straal van de boog, die het lichtend punt beschreven heeft, welke 24,33 mm bedraagt.

Zet men dit in een formule over, dan is

$$\sin \left(\frac{1}{2} \text{ amplitudo-hoek} \right) = \frac{\sqrt{\text{som quadraten projecties}}}{24,33 \times 2 \times 1,55}.$$

Het geheel lijkt ingewikkeld, doch is dit in werkelijkheid niet. Ter vereenvoudiging van de berekening zijn enkele tabellen samengesteld, die aan het einde van dit hoofdstuk nader besproken zullen worden.

C. De tijd, welke de beweging geduurd heeft.

Aan de rechterzijde van het nystagmogram heeft het onder hoofdstuk *Instrumentarium* beschreven neonlampje een aantal fijne streepjes geteekend. Door de wisselingen van het lichtnet gloeit vijftig maal in de seconde het neongas aan. Zoo geeft ook vijftig maal in de seconde dit lichtende neon een afdruk op het gevoelige papier van het fijne spleetje, dat in het afschermende

metaalplaatje is aangebracht. Men krijgt zoo als tijdsein een reeks fijne streepjes, die ieder $\frac{1}{50}$ seconde voorstellen. De tijdsduur van een beweging van het lichtende punt, uit een zekere stand en terug naar dezelfde stand, berekent men door van uit het beginpunt en het eindpunt van de bijbehorende curve lijnen te trekken, loodrecht op het papierverloop en het aantal streepjes tusschen deze lijnen te tellen. Dit aantal geeft het aantal vijftigste seconden aan, dat de beweging geduurd heeft.

In het algemeen zal men willen weten de tijdsduur van een langzame of van een snelle phase van de nystagmus om daaruit de snelheid van de beweging te kunnen berekenen.

Voor een zuiver horizontale nystagmus mag men op analoge wijze, als boven beschreven is voor een heen- en weergaande beweging, te werk gaan om de tijdsduur van een enkele phase te bepalen. Door het begin- en eindpunt van de phase trekt men lijnen loodrecht op de lengterichting van het papier en telt het aantal streepjes tusschen deze lijnen.

Voor een willekeurige nystagmus mag men dit niet doen, omdat dan ongemerkt een belangrijke fout in de berekening zou sluipen. Immers hierbij is, al naar gelang de beweging geschiedde, het lichtende punt òf op het papier vooruit geloopt òf bij het papier ten achter gebleven, waardoor resp. de curve te kort of te lang is geworden. In fig. 12a is voor een willekeurige rechtlijnige beweging AB de beeldlijn $A_d B_d$ en de prisma-beeldlijn $A_p B_p$ geconstrueerd met de bijbehorende directe curve $A_d B_d'$ en de prisma-curve $A_p B_p'$. Trekt men in A_d de lijn R en in B_d' de lijn S, beide loodrecht op de lengterichting van het papier, dan zou de duur der beweging net zooveel vijftigste seconden bedragen als er streepjes liggen tusschen R en S, indien niet de beweging gelijktijdig bij het papier ten achter ware gebleven. Nu is de curve uitgerekt geworden. In werkelijkheid is de

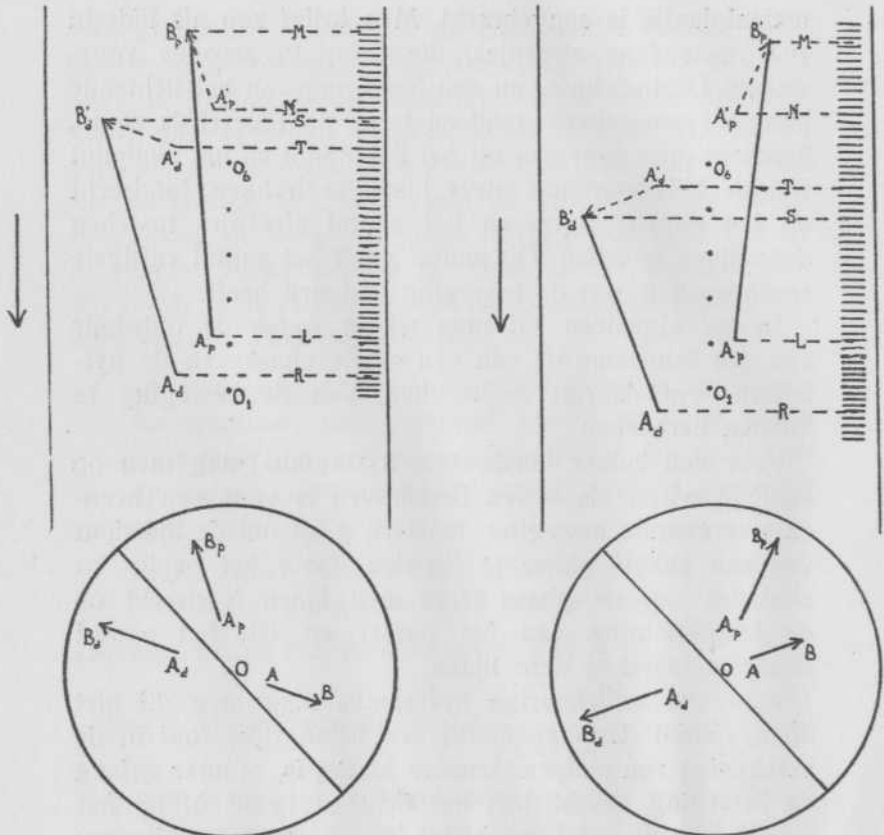


fig. 12a

fig. 12b.

tijdsduur zooveel vijftigste seconden groot, als het aantal streepjes bedraagt gelegen tusschen de lijnen R en T, waarbij T loodrecht op het papier-verloop getrokken is door A_d' , welke op dezelfde plaats ligt ten opzichte van O_0 als A_d van O_1 ($O_1O_0 = A_dA_d'$). $A_d'B_d'$ loopt dus evenwijdig aan A_dB_d , derhalve is de afstand tusschen de lijnen S en T gelijk aan de lengte-component van de directe beeldlijn, welke, zooals bekend, gelijk is aan de breedte-projectie van de prisma-curve. Men moet dus

de lengte-projectie van de curve, die op het tijdsein is overgebracht (want anders doen de lijnen R en S niet), verminderen in dit geval met de prisma-breedte-projectie om het juiste aantal streepjes = vijftigste seconden te vinden.

Ook uit de prisma-curve kan men de tijd berekenen door uit begin en eindpunt der beweging loodlijnen op het tijdsein neer te laten. In dit geval is ook deze bij de papierstrook ten achter gebleven en wel zooveel als de afstand tusschen de lijnen M en N bedraagt. De lijn N is de loodlijn door punt A_p' , dat zich op gelijke wijze tot O_0 verhoudt, als A_p tot O_1 . De afstand tusschen de lijnen M en N is gelijk aan de breedte-projectie van de directe curve. Wil men uit de prisma-curve de tijd berekenen, dan moet men de lengte-projectie van deze curve op het tijdsein verminderen met de directe breedte-projectie om het juiste aantal streepjes te vinden.

In beide gevallen waren de curven naar *links* gericht en in beide gevallen moest men de lengte-projectie van de eene curve met de breedte-projectie der andere *verminderen* om de juiste lengte van de tijd te vinden.

Een zelfde constructie wordt nu uitgevoerd voor een beweging, die niet naar rechts-onder, doch naar rechts-boven gericht is en waarvan de directe beeldlijn dus naar links-onder loopt. (Zie fig. 12b). De beweging van de directe curve loopt op de film vooruit, waardoor de curve schijnbaar te kort wordt. De afstand tusschen de lijnen R en S is nu minder dan de werkelijke tijd, welke tusschen R en T ligt. Men moet de lengte-projectie van de directe curve met de prisma-breedte-projectie *vermeerderen* om een juiste uitkomst te krijgen. De prisma-curve blijft weer bij het papier achter, zoodat hier weer de directe breedte-projectie van de prisma-lengte-projectie moet worden afgetrokken om de juiste tijd te vinden.

De prisma-curve wijst naar *rechts* en in dit geval moet men de lengte-projectie van de directe curve met de

prisma-breedte-projectie *vermeerderen*. De directe curve wijst weer naar links, dus de lengte-projectie van de prisma-curve moet met de directe breedte-projectie vermindert worden.

In het kort samengevat:

Men vindt de tijd door het aantal streepjes = vijftigste seconden te tellen over een lengte gelijk aan de lengte-projectie van de eene curve. Deze lengte-projectie moet met de breedte-projectie van de andere curve vermeerderd worden, wanneer de andere curve naar rechts wijst en vermindert met de breedte-projectie van de andere curve, wanneer deze naar links gericht is.

D. De snelheid van de beweging.

Onder *B.* is besproken, waarom de grootte van de amplitudo niet aangegeven wordt in een lengtemaat, doch door de grootte van de boog, welke het lichtende punt in werkelijkheid beschreven heeft. Ditzelfde geldt ook voor de gemiddelde snelheid van deze cirkelbeweging. Men doet daarom beter om te spreken van de gemiddelde hoeksnelheid per seconde van de nystagmus.

Het berekenen van deze gemiddelde hoeksnelheid is zeer eenvoudig. Men maakt gebruik van de formule $S = VT$, waarbij *S* de weg is, *V* de snelheid en *T* de tijd. De weg d.w.z. de amplitudo is bekend en evenzoo is de tijd bekend, welke de beweging noodig heeft om van begin- tot eindpunt te komen. Derhalve is:

de gemiddelde hoeksnelheid gelijk aan het quotient van amplitudo en tijd.

E. De grootte van rotatoire bewegingen.

Tot nu toe zijn alleen rechtlijnige oogbewegingen ter sprake gekomen en, zooals gezien is, was één lichtend punt met een directe- en een prisma-curve voldoende

om de gegevens te leveren, waaruit amplitudo, hoeksnelheid enz. berekend konden worden. De curven van dit ééne lichtende punt leveren echter geen of onvoldoende gegevens omtrent rotatoire oogbewegingen. Het is daarom, dat door Kuilman aan het stiftje, dat op de cornea geplaatst wordt, nog een tweede platina bolletje werd bevestigd. Vindt er een rechtlijnige oogbeweging plaats, dan zal dit tweede lichtende punt precies dezelfde curven neerschrijven als het eerste, doch anders wordt dit, wanneer de oogbeweging rotatoir wordt.

In fig. 13 stellen A en B de beide lichtpunten voor.

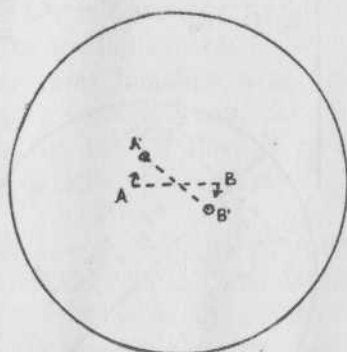


fig. 13.

Wanneer het oog een rotatoire beweging uit gaat voeren, waarbij de bovenpool van het oog naar rechts beweegt, dan zal A in de stand A' en B in de stand B' komen. Bij stilstaande film zullen de lichtpunten A en B de directe beeldpunten A_d en B_d vormen met de bijbehorende prisma-beeldpunten A_p en B_p (fig. 14a). Laat men A en B naar rechts roteeren tot A' en B', dan kan men de nieuwe beeldpunten A'_d en B'_d construeeren, die zich immers op 1,55 maal grootere afstand van de optische as bevinden dan A' en B'. Het blijkt nu, dat $A_d B_d$ over eenzelfde hoek en in dezelfde richting geroteerd is als

welke direct met een gradenboog afgelezen kan worden, is even groot als de hoek, waarover de rotatie heeft plaats gevonden. De richting, waarheen het hoekpunt wijst, geeft tevens de richting van de rotatie aan. Onder omslagpunten verstaat men de markante punten, die ontstaan door de snelle overgang van de eene in de andere beweging, zooals dit bij de nystagmus het geval is.

Zoo men wil, is de rotatie-hoek ook in de prisma-curve te vinden, door de overeenkomstige omslagpunten aan het begin en aan het einde der beweging te verbinden. (Zie fig. 14b $A_p B_p$ en $A_p' B_p'$).

De juiste tijd, welke de beweging geduurd heeft, vindt men door vanuit het midden tusschen twee overeenkomstige omslagpunten loodlijnen neer te laten op het tijdsein en het aantal streepjes tusschen deze lijnen geeft weer het aantal vijftigste seconden aan, dat de beweging geduurd heeft. (Zie fig. 14b de lijnen R en S uit de punten M en M' op het tijdsein neergelaten.)

Bij combinaties van rechtlijnige en rotatoire oogbewegingen moeten de directe- en prisma-breedte projecties berekend worden, of door het gemiddelde te nemen van de breedteprojecties van beide directe-, resp. beide prisma-curven, of door het bepalen van de breedteprojectie van een te construeeren middellijn tusschen beide directe- resp. prisma-curven. De eerste wijze van berekenen is nauwkeuriger dan de laatste, omdat bij het construeeren van een middellijn een vrij groote mate van onnauwkeurigheid niet te omgaan is, door de vaak kleine waarden van de afwijkingen van de curven.

Ter bekorting van de vaak tijdroovende berekeningen zijn een aantal tabellen opgesteld, waaruit direct de gewenschte gegevens zijn te putten.

Wil men een nystagmogram analyseeren, dan diene men eerst van de beweging, waarvan men de gegevens

wil verzamelen, de lengte- en breedte-projecties te construeeren en gaat verder als volgt te werk:

- a. *ter verkrijging van de hoek, waaronder de beweging verliep.*

Men zoekt in tabel A met behulp van de prisma-breedte-projectie en de directe breedte-projectie de gewenschte hoek op, welke tot op een halve graad nauwkeurig is afgerond. De richting van de beweging in werkelijkheid is te vinden in tabel B, wanneer men op het nystagmogram, dat men van onder naar boven leest, heeft nagegaan, naar welke richting de directe curve en naar welke de prisma-curve op het papier afwijkt.

TABEL B.

De richting in werkelijkheid.

Prisma-curve.

Directe curve.		Prisma-curve geen afwijking	Prisma-curve naar rechts	Prisma-curve naar links
	Directe curve geen afwijking	geen	boven	beneden
	Directe curve naar rechts	links	links-boven	links-beneden
	Directe curve naar links	rechts	rechts-boven	rechts-beneden

- b. *Ter verkrijging van de amplitudo-hoek.*

In tabel C vindt men de amplitudo-hoek tot op een kwart graad nauwkeurig, door het getal te zoeken bij de gemeten directe-breedte-projectie en prisma-breedte-projectie.

TABEL A. Hoek van de nystagmus, gevonden uit: $\text{tg } x = \frac{\text{prisma breedte proj.}}{\text{directe breedte proj.}}$
 uitgedrukt in graden en afgerond tot op halve graden nauwkeurig.

Prisma-breedte-projectie.

Directe-breedte-projectie.

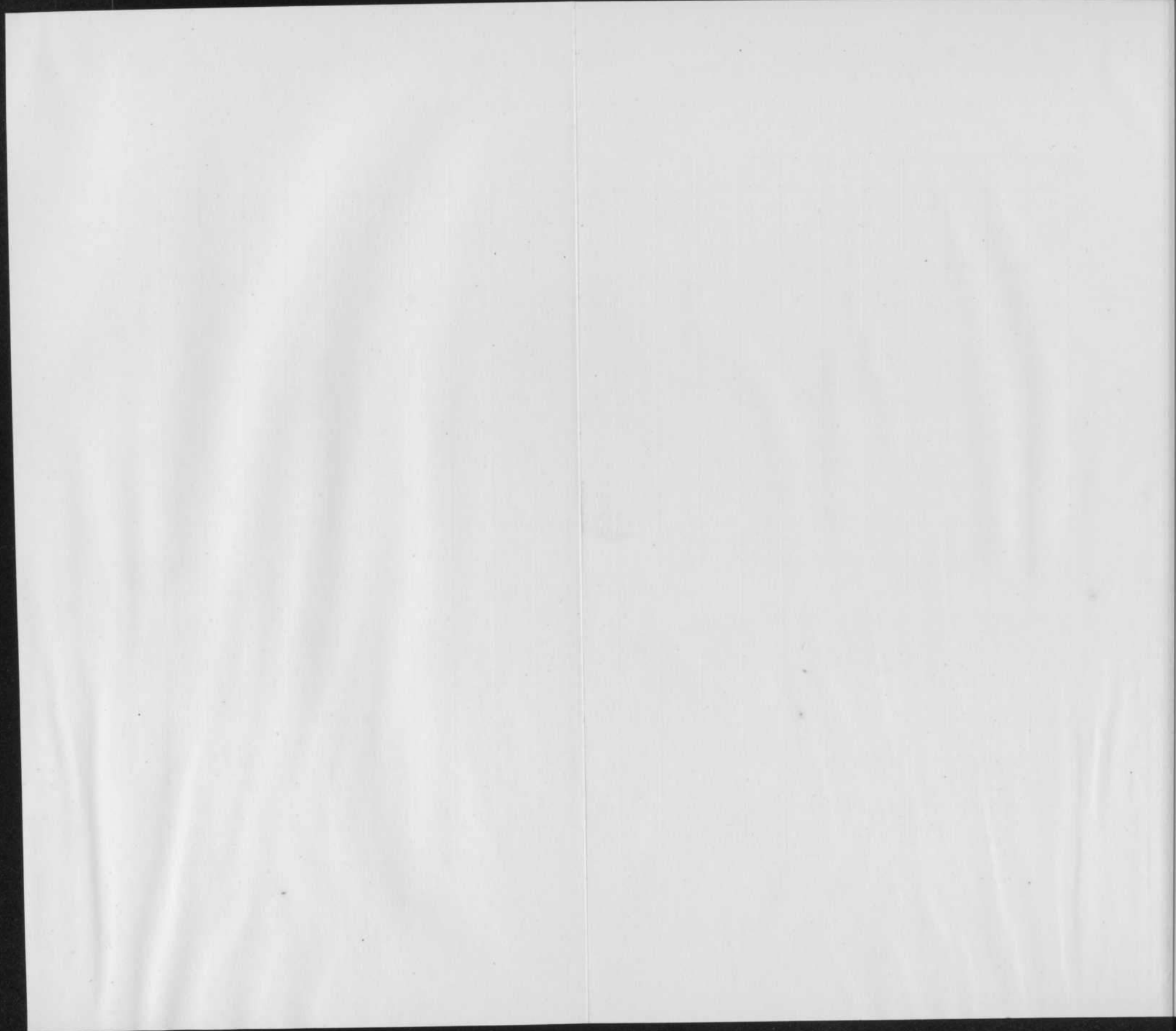
m.m.	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	8.5	9	9.5	10
0.5	45	63 $\frac{1}{2}$	71 $\frac{1}{2}$	76	78 $\frac{1}{2}$	80 $\frac{1}{2}$	82	83	83 $\frac{1}{2}$	84 $\frac{1}{2}$	85	85	85 $\frac{1}{2}$	86	86	86 $\frac{1}{2}$	86 $\frac{1}{2}$	87	87	87
1	26 $\frac{1}{2}$	45	56 $\frac{1}{2}$	63 $\frac{1}{2}$	68	71 $\frac{1}{2}$	74	76	77 $\frac{1}{2}$	78 $\frac{1}{2}$	79 $\frac{1}{2}$	80 $\frac{1}{2}$	81	82	82 $\frac{1}{2}$	83	83 $\frac{1}{2}$	83 $\frac{1}{2}$	84	84 $\frac{1}{2}$
1.5	18 $\frac{1}{2}$	33 $\frac{1}{2}$	45	53	59	63 $\frac{1}{2}$	67	69 $\frac{1}{2}$	71 $\frac{1}{2}$	73 $\frac{1}{2}$	74 $\frac{1}{2}$	76	77	78	78 $\frac{1}{2}$	79 $\frac{1}{2}$	80	80 $\frac{1}{2}$	81	81 $\frac{1}{2}$
2	14	26 $\frac{1}{2}$	37	45	51 $\frac{1}{2}$	56 $\frac{1}{2}$	60 $\frac{1}{2}$	63 $\frac{1}{2}$	66	68	70	71 $\frac{1}{2}$	73	74	75	76	77	77 $\frac{1}{2}$	78	78 $\frac{1}{2}$
2.5	11 $\frac{1}{2}$	22	31	38 $\frac{1}{2}$	45	50	54 $\frac{1}{2}$	58	61	63 $\frac{1}{2}$	65 $\frac{1}{2}$	67 $\frac{1}{2}$	69	70 $\frac{1}{2}$	71 $\frac{1}{2}$	72 $\frac{1}{2}$	73 $\frac{1}{2}$	74 $\frac{1}{2}$	75 $\frac{1}{2}$	76
3	9 $\frac{1}{2}$	18 $\frac{1}{2}$	26 $\frac{1}{2}$	33 $\frac{1}{2}$	40	45	49 $\frac{1}{2}$	53	56 $\frac{1}{2}$	59	61 $\frac{1}{2}$	63 $\frac{1}{2}$	65	67	68	69 $\frac{1}{2}$	70 $\frac{1}{2}$	71 $\frac{1}{2}$	72 $\frac{1}{2}$	73 $\frac{1}{2}$
3.5	8	16	23	29 $\frac{1}{2}$	35 $\frac{1}{2}$	40 $\frac{1}{2}$	45	49	52	55	57 $\frac{1}{2}$	59 $\frac{1}{2}$	61 $\frac{1}{2}$	63 $\frac{1}{2}$	65	66 $\frac{1}{2}$	67 $\frac{1}{2}$	68 $\frac{1}{2}$	70	70 $\frac{1}{2}$
4	7	14	20 $\frac{1}{2}$	26 $\frac{1}{2}$	32	37	41	45	48 $\frac{1}{2}$	51 $\frac{1}{2}$	54	56 $\frac{1}{2}$	58 $\frac{1}{2}$	60 $\frac{1}{2}$	62	63 $\frac{1}{2}$	65	66	67	68
4.5	6 $\frac{1}{2}$	12 $\frac{1}{2}$	18 $\frac{1}{2}$	24	29	33 $\frac{1}{2}$	38	41 $\frac{1}{2}$	45	48	50 $\frac{1}{2}$	53	55 $\frac{1}{2}$	57 $\frac{1}{2}$	59	60 $\frac{1}{2}$	62	63 $\frac{1}{2}$	64 $\frac{1}{2}$	66
5	5 $\frac{1}{2}$	11 $\frac{1}{2}$	16 $\frac{1}{2}$	22	26 $\frac{1}{2}$	31	35	38 $\frac{1}{2}$	42	45	47 $\frac{1}{2}$	50	52 $\frac{1}{2}$	54 $\frac{1}{2}$	56 $\frac{1}{2}$	58	59 $\frac{1}{2}$	61	62	63 $\frac{1}{2}$
5.5	5	10 $\frac{1}{2}$	15 $\frac{1}{2}$	20	24 $\frac{1}{2}$	28 $\frac{1}{2}$	32 $\frac{1}{2}$	36	39 $\frac{1}{2}$	42 $\frac{1}{2}$	45	47 $\frac{1}{2}$	50	52	53 $\frac{1}{2}$	55 $\frac{1}{2}$	57	58 $\frac{1}{2}$	60	61
6	5	9 $\frac{1}{2}$	14	18 $\frac{1}{2}$	22 $\frac{1}{2}$	26 $\frac{1}{2}$	30 $\frac{1}{2}$	33 $\frac{1}{2}$	37	40	42 $\frac{1}{2}$	45	47 $\frac{1}{2}$	49 $\frac{1}{2}$	51 $\frac{1}{2}$	53	55	56 $\frac{1}{2}$	57 $\frac{1}{2}$	59
6.5	4 $\frac{1}{2}$	9	13	17	21	25	28 $\frac{1}{2}$	31 $\frac{1}{2}$	34 $\frac{1}{2}$	37 $\frac{1}{2}$	40	42 $\frac{1}{2}$	45	47	49	51	52 $\frac{1}{2}$	54	55 $\frac{1}{2}$	57
7	4	8	12	16	19 $\frac{1}{2}$	23	26 $\frac{1}{2}$	29 $\frac{1}{2}$	32 $\frac{1}{2}$	35 $\frac{1}{2}$	38	40 $\frac{1}{2}$	43	45	47	49	50 $\frac{1}{2}$	52	53 $\frac{1}{2}$	55
7.5	4	7 $\frac{1}{2}$	11 $\frac{1}{2}$	15	18 $\frac{1}{2}$	22	25	28	31	33 $\frac{1}{2}$	36 $\frac{1}{2}$	38 $\frac{1}{2}$	41	43	45	47	48 $\frac{1}{2}$	50	51 $\frac{1}{2}$	53
8	3 $\frac{1}{2}$	7	10 $\frac{1}{2}$	14	17 $\frac{1}{2}$	20 $\frac{1}{2}$	23 $\frac{1}{2}$	26 $\frac{1}{2}$	29 $\frac{1}{2}$	32	34 $\frac{1}{2}$	37	39	41	43	45	47	48 $\frac{1}{2}$	50	51 $\frac{1}{2}$
8.5	3 $\frac{1}{2}$	6 $\frac{1}{2}$	10	13	16 $\frac{1}{2}$	19 $\frac{1}{2}$	22 $\frac{1}{2}$	25	28	30 $\frac{1}{2}$	33	35	37 $\frac{1}{2}$	39 $\frac{1}{2}$	41 $\frac{1}{2}$	43	45	46 $\frac{1}{2}$	48	49 $\frac{1}{2}$
9	3	6 $\frac{1}{2}$	9 $\frac{1}{2}$	12 $\frac{1}{2}$	15 $\frac{1}{2}$	18 $\frac{1}{2}$	21 $\frac{1}{2}$	24	26 $\frac{1}{2}$	29	31 $\frac{1}{2}$	33 $\frac{1}{2}$	36	38	40	41 $\frac{1}{2}$	43 $\frac{1}{2}$	45	46 $\frac{1}{2}$	48
9.5	3	6	9	12	14 $\frac{1}{2}$	17 $\frac{1}{2}$	20	23	25 $\frac{1}{2}$	28	30	32 $\frac{1}{2}$	34 $\frac{1}{2}$	36 $\frac{1}{2}$	38 $\frac{1}{2}$	40	42	43 $\frac{1}{2}$	45	46 $\frac{1}{2}$
10	3	5 $\frac{1}{2}$	8 $\frac{1}{2}$	11 $\frac{1}{2}$	14	16 $\frac{1}{2}$	19 $\frac{1}{2}$	22	24	26 $\frac{1}{2}$	29	31	33	35	37	38 $\frac{1}{2}$	40 $\frac{1}{2}$	42	43 $\frac{1}{2}$	45



TABEL C. **Grootte amplitudo**, uitgedrukt in graden en afgerond tot op een kwart graad nauwkeurig.

Prisma-breedte-projectie.

Directe-breedte-projectie.	m.m.	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	8.5	9	9.5	10
	0	0	$\frac{3}{4}$	$1\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{4}$	3	$3\frac{3}{4}$	$4\frac{1}{2}$	$5\frac{1}{4}$	6	$6\frac{3}{4}$	$7\frac{1}{2}$	$8\frac{1}{4}$	9	$9\frac{3}{4}$	$10\frac{1}{2}$	$11\frac{1}{4}$	$12\frac{1}{4}$	13	$13\frac{3}{4}$	$14\frac{1}{2}$	$15\frac{1}{4}$
	0.5	$\frac{3}{4}$	1	$1\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	3	4	$4\frac{1}{2}$	$5\frac{1}{2}$	6	$6\frac{3}{4}$	$7\frac{1}{2}$	$8\frac{1}{2}$	9	10	$10\frac{1}{2}$	$11\frac{1}{4}$	$12\frac{1}{4}$	13	$13\frac{3}{4}$	$14\frac{1}{2}$	$15\frac{1}{4}$
	1	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	2	$2\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$	4	5	$5\frac{1}{2}$	$6\frac{1}{4}$	7	$7\frac{3}{4}$	$8\frac{1}{2}$	$9\frac{1}{4}$	10	$10\frac{3}{4}$	$11\frac{1}{2}$	$12\frac{1}{4}$	13	$13\frac{3}{4}$	$14\frac{1}{2}$	$15\frac{1}{4}$
	1.5	$2\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	3	4	$4\frac{1}{2}$	5	$5\frac{3}{4}$	$6\frac{1}{2}$	$7\frac{1}{4}$	8	$8\frac{3}{4}$	$9\frac{1}{2}$	$10\frac{1}{4}$	11	$11\frac{3}{4}$	$12\frac{1}{2}$	13	$13\frac{3}{4}$	$14\frac{1}{2}$	$15\frac{1}{2}$
	2	3	3	$3\frac{1}{2}$	4	$4\frac{1}{2}$	5	$5\frac{1}{2}$	6	$6\frac{3}{4}$	$7\frac{1}{2}$	$8\frac{1}{4}$	9	$9\frac{3}{4}$	$10\frac{1}{2}$	11	12	$12\frac{1}{2}$	$13\frac{1}{4}$	14	$14\frac{3}{4}$	$15\frac{1}{2}$
	2.5	$3\frac{3}{4}$	4	4	$4\frac{1}{2}$	5	$5\frac{1}{2}$	6	$6\frac{1}{2}$	7	8	$8\frac{1}{2}$	$9\frac{1}{4}$	10	$10\frac{1}{2}$	$11\frac{1}{4}$	12	$12\frac{3}{4}$	$13\frac{1}{2}$	$14\frac{1}{4}$	15	$15\frac{3}{4}$
	3	$4\frac{1}{2}$	$4\frac{1}{2}$	5	5	$5\frac{1}{2}$	6	$6\frac{1}{2}$	7	$7\frac{1}{2}$	$8\frac{1}{4}$	9	$9\frac{1}{2}$	$10\frac{1}{4}$	11	$11\frac{1}{2}$	$12\frac{1}{4}$	13	$13\frac{3}{4}$	$14\frac{1}{2}$	$15\frac{1}{4}$	$15\frac{3}{4}$
	3.5	$5\frac{1}{4}$	$5\frac{1}{2}$	$5\frac{1}{2}$	$5\frac{3}{4}$	6	$6\frac{1}{2}$	7	$7\frac{1}{2}$	8	$8\frac{1}{2}$	$9\frac{1}{4}$	10	$10\frac{1}{2}$	$11\frac{1}{4}$	12	$12\frac{1}{2}$	$13\frac{1}{4}$	14	$14\frac{3}{4}$	$15\frac{1}{2}$	16
	4	6	6	$6\frac{1}{4}$	$6\frac{1}{2}$	$6\frac{3}{4}$	7	$7\frac{1}{2}$	8	$8\frac{1}{2}$	9	$9\frac{3}{4}$	$10\frac{1}{2}$	11	$11\frac{1}{2}$	$12\frac{1}{4}$	13	$13\frac{1}{2}$	$14\frac{1}{4}$	15	$15\frac{3}{4}$	$16\frac{1}{2}$
	4.5	$6\frac{3}{4}$	$6\frac{3}{4}$	7	$7\frac{1}{4}$	$7\frac{1}{2}$	8	$8\frac{1}{4}$	$8\frac{1}{2}$	9	$9\frac{1}{2}$	10	$10\frac{3}{4}$	$11\frac{1}{2}$	12	$12\frac{1}{2}$	$13\frac{1}{2}$	14	$14\frac{1}{2}$	$15\frac{1}{2}$	16	$16\frac{3}{4}$
	5	$7\frac{1}{2}$	$7\frac{1}{2}$	$7\frac{3}{4}$	8	$8\frac{1}{4}$	$8\frac{1}{2}$	9	$9\frac{1}{4}$	$9\frac{3}{4}$	10	$10\frac{3}{4}$	$11\frac{1}{4}$	12	$12\frac{1}{2}$	13	$13\frac{3}{4}$	$14\frac{1}{4}$	15	$15\frac{3}{4}$	$16\frac{1}{4}$	17
	5.5	$8\frac{1}{4}$	$8\frac{1}{2}$	$8\frac{1}{2}$	$8\frac{3}{4}$	9	$9\frac{1}{4}$	$9\frac{1}{2}$	10	$10\frac{1}{2}$	$10\frac{3}{4}$	$11\frac{1}{4}$	12	$12\frac{1}{2}$	13	$13\frac{1}{2}$	$14\frac{1}{4}$	$14\frac{3}{4}$	$15\frac{1}{2}$	16	$16\frac{3}{4}$	$17\frac{1}{2}$
	6	9	9	$9\frac{1}{4}$	$9\frac{1}{2}$	$9\frac{3}{4}$	10	$10\frac{1}{4}$	$10\frac{1}{2}$	11	$11\frac{1}{2}$	12	$12\frac{1}{2}$	13	$13\frac{1}{2}$	14	$14\frac{1}{2}$	$15\frac{1}{4}$	$15\frac{3}{4}$	$16\frac{1}{2}$	17	18
	6.5	$9\frac{3}{4}$	10	10	$10\frac{1}{4}$	$10\frac{1}{2}$	$10\frac{1}{2}$	11	$11\frac{1}{4}$	$11\frac{1}{2}$	12	$12\frac{1}{2}$	13	$13\frac{1}{2}$	14	$14\frac{1}{2}$	15	$15\frac{3}{4}$	$16\frac{1}{4}$	17	$17\frac{1}{2}$	$18\frac{1}{4}$
	7	$10\frac{1}{2}$	$10\frac{1}{2}$	$10\frac{3}{4}$	11	11	$11\frac{1}{4}$	$11\frac{1}{2}$	12	$12\frac{1}{4}$	$12\frac{1}{2}$	13	$13\frac{1}{2}$	14	$14\frac{1}{2}$	15	$15\frac{3}{4}$	16	$16\frac{3}{4}$	$17\frac{1}{2}$	18	$18\frac{1}{2}$
	7.5	$11\frac{1}{4}$	$11\frac{1}{4}$	$11\frac{1}{2}$	$11\frac{3}{4}$	12	12	$12\frac{1}{4}$	$12\frac{1}{2}$	13	$13\frac{1}{2}$	$13\frac{3}{4}$	$14\frac{1}{4}$	$14\frac{1}{2}$	15	$15\frac{3}{4}$	16	$16\frac{3}{4}$	$17\frac{1}{4}$	18	$18\frac{1}{2}$	19
	8	$12\frac{1}{4}$	$12\frac{1}{4}$	$12\frac{1}{4}$	$12\frac{1}{2}$	$12\frac{1}{2}$	$12\frac{3}{4}$	13	$13\frac{1}{4}$	$13\frac{1}{2}$	14	$14\frac{1}{4}$	$14\frac{3}{4}$	$15\frac{1}{4}$	$15\frac{3}{4}$	16	$16\frac{3}{4}$	$17\frac{1}{4}$	18	$18\frac{1}{4}$	19	$19\frac{1}{2}$
	8.5	13	13	13	13	$13\frac{1}{4}$	$13\frac{1}{2}$	$13\frac{3}{4}$	14	$14\frac{1}{4}$	$14\frac{1}{2}$	15	$15\frac{1}{2}$	$15\frac{3}{4}$	$16\frac{1}{4}$	$16\frac{3}{4}$	$17\frac{1}{4}$	18	$18\frac{1}{4}$	19	$19\frac{1}{2}$	20
	9	$13\frac{3}{4}$	$13\frac{3}{4}$	$13\frac{3}{4}$	$13\frac{3}{4}$	14	$14\frac{1}{4}$	$14\frac{1}{2}$	$14\frac{3}{4}$	15	$15\frac{1}{2}$	$15\frac{3}{4}$	16	$16\frac{1}{2}$	17	$17\frac{1}{2}$	18	$18\frac{1}{4}$	19	$19\frac{1}{2}$	20	$20\frac{3}{4}$
	9.5	$14\frac{1}{2}$	$14\frac{1}{2}$	$14\frac{1}{2}$	$14\frac{1}{2}$	$14\frac{3}{4}$	15	$15\frac{1}{4}$	$15\frac{1}{2}$	$15\frac{3}{4}$	16	$16\frac{1}{4}$	$16\frac{3}{4}$	17	$17\frac{1}{2}$	18	$18\frac{1}{2}$	19	$19\frac{1}{2}$	20	$20\frac{1}{2}$	21
	10	$15\frac{1}{4}$	$15\frac{1}{4}$	$15\frac{1}{4}$	$15\frac{1}{2}$	$15\frac{1}{2}$	$15\frac{3}{4}$	$15\frac{3}{4}$	16	$16\frac{1}{2}$	$16\frac{3}{4}$	17	$17\frac{1}{2}$	18	$18\frac{1}{4}$	$18\frac{1}{2}$	19	$19\frac{1}{2}$	20	$20\frac{3}{4}$	21	$21\frac{3}{4}$



c. ter verkrijging van de tijd.

De lengte-projectie van één van de curven wordt vermeerderd met de breedte-projectie van de andere curve, wanneer deze naar rechts wijst en verminderd wanneer deze naar links is gericht. Daarna telt men het aantal streepjes van het tijdsein over de lengte van de gecorrigeerde lengte-projectie en vindt zoo het aantal vijftigste seconden, dat de beweging geduurd heeft.

d. ter verkrijging van de hoeksnelheid.

Door deeling van de amplitudo-hoek door de tijd vindt men de hoeksnelheid van de beweging.

e. ter verkrijging van de rotatiehoek.

Men verbindt de overeenkomstige omslagpunten aan het begin en aan het einde der beweging. De hoek, die deze lijnen vormen, is de rotatiehoek, welke met een gradenboog is af te lezen. De richting, waarheen de bovenpool van het oog zich bewogen heeft, wordt aangegeven door de richting van het hoekpunt.

f. ter verkrijging van de tijd van de rotatoire beweging.

Uit de middens tusschen twee overeenkomstige omslagpunten worden loodlijnen op het tijdsein neergelaten en het aantal streepjes tusschen deze lijnen is het aantal vijftigste seconden, dat de beweging geduurd heeft.

g. ter verkrijging van de hoeksnelheid van de rotatoire beweging.

De rotatiehoek wordt door de tijd gedeeld, waardoor de hoeksnelheid verkregen wordt.

- h. bij combinaties van rechtlijnige en rotatoire oogbewegingen.*

Een breedte-projectie wordt berekend uit het gemiddelde van de breedte-projecties van beide directe, resp. prisma-curven.

HOOFDSTUK IV.

MOEILIKHEDEN BIJ HET MAKEN EN LEZEN DER CURVEN.

Niettegenstaande de beschreven technische verbeteringen, aan de nystagmograaf aangebracht, kunnen zich nog een groot aantal moeilijkheden voordoen, die de opnamen kunnen doen mislukken of het opnemen in het geheel onmogelijk maken.

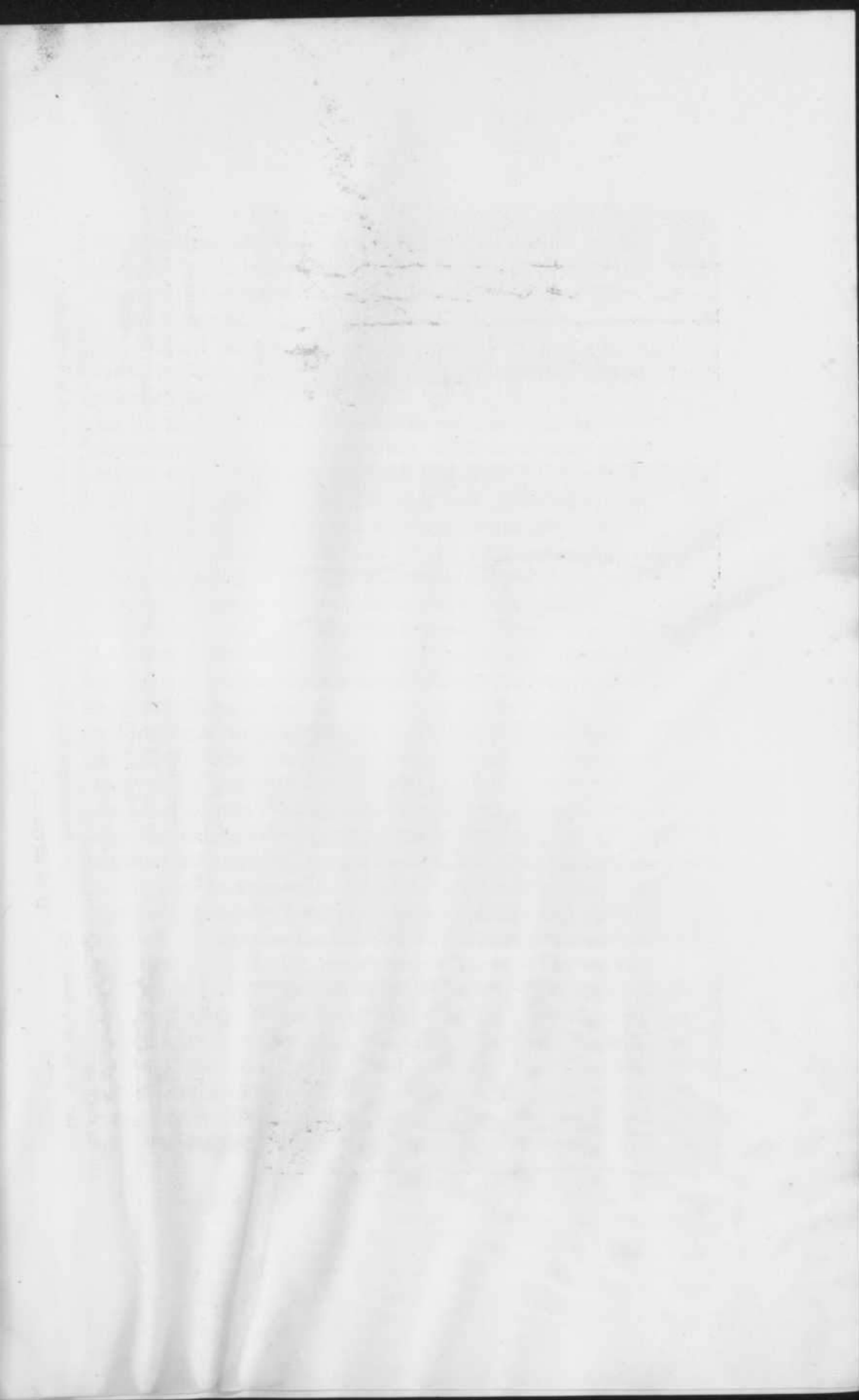
Kleine technische tegenslagen, als daar zijn: het doorbranden van een lampje op het meest ongewenschte oogenblik, het doorslaan van een zekering tijdens een proefneming of het weigeren van één of ander mechanisch gedeelte, worden stilzwijgend voorbijgegaan.

Belangrijke moeilijkheden kunnen de proefpersonen zelf veroorzaken. In het algemeen zijn de proeven genomen met co-assistenten van de Keel-Neus-Oorheeskundige Afdeling, die zich welwillend hiervoor beschikbaar stelden. Juist zij werden hiervoor gevraagd, omdat zij ten volle de bedoeling der proefnemingen konden begrijpen, zoodat angst voor het instrumentarium uitgesloten kon worden geacht. Niettegenstaande dit, gebeurde het een enkele maal, dat *de proefpersoon tijdens het vastbinden op het wentelstatief dermate onrustig werd*, dat de proefneming geen verdere voortgang kon hebben. Het is beter bij dergelijke nerveuse naturen niet verder aan te dringen, omdat bij doorzetten van de proef en opnieuw optreden van het beklemmings-gevoel gevaren voor de proefpersoon, in het bijzonder voor beschadiging van het oog, niet denkbeeldig zijn. Hier tegenover moge vermeld worden, dat van kinderen, zelfs een jongetje van negen jaar,

zonder eenige moeilijkheden nystagmogrammen vervaardigd zijn. Heel vaak gebeurt het, dat de proefpersoon niet gedurende de geheele tijd, die hij op het wentelstatief ligt, de bijtplaat met de tanden vast kan houden. Dit is ook niet noodzakelijk. Doch gedurende een opname moet men hem aansporen de bijtplaat vast te houden ter voorkoming, dat het hoofd bewegingen ten opzichte van de camera kan uitvoeren en bewegingen van het hoofd naast bewegingen van het oog zouden geregistreerd worden.

Van geheel andere aard zijn de bezwaren, *gelegen aan het oog van de proefpersoon*. Bestond er een of andere oogaandoening dan werd van de bereidwilligheid van de proefpersoon geen gebruik gemaakt. Vooral zij, die een *chronische conjunctivitis* hebben of kort geleden een acute conjunctivitis doormaakten, verdragen de ooglidhouder slecht en reageeren op het kunstmatig openhouden van het oog vrij snel met een tranenvloed. Hierdoor spoelt het zijden kapje van de cornea af of is op zijn minst in staat op de cornea heen en weer te glijden. Het spreekt van zelf, dat de dan opgenomen nystagmogrammen geen waarde bezitten. Een eerste vereischte is het, dat het zijden kapje door lichte uitdroging van het oog, zich vasthecht aan de cornea en daardoor nauwkeurig alle bewegingen van het oog meemaakt. Naast de tranenvloed treedt bij hen, die een chronische conjunctivitis hebben, spoediger dan bij ieder ander chronische kramp op in de spieren van de oogleden. Deze kramp blijft niet alleen beperkt tot de *M. orbicularis oculi*, doch doet wel degelijk zijn invloed gelden op de oogspieren. Het gevolg hiervan is, dat de curven een duidelijke tremor vertoonen, die meestal zoo sterk is, dat het beeld van de nystagmus er geheel en al door vervaagd wordt. (Zie fig. 15). Men doet in dit geval beter de proefneming te staken en tot een andere dag uit te stellen.

Een enkele maal is het niet te voorkomen, dat een



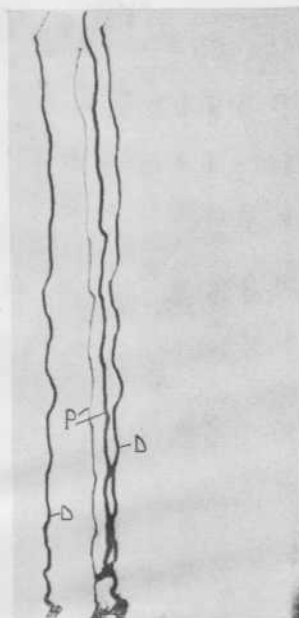


Fig. 15.
Ooglidkramp doet een tremor
ontstaan, die in het nystagmogram
te zien is.

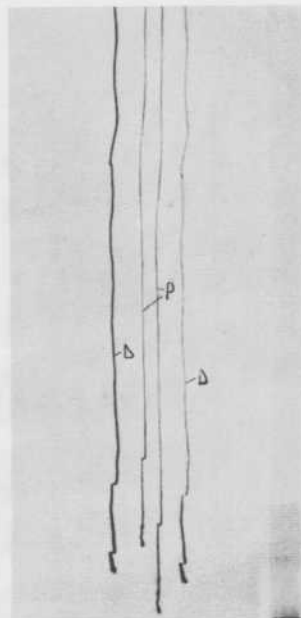
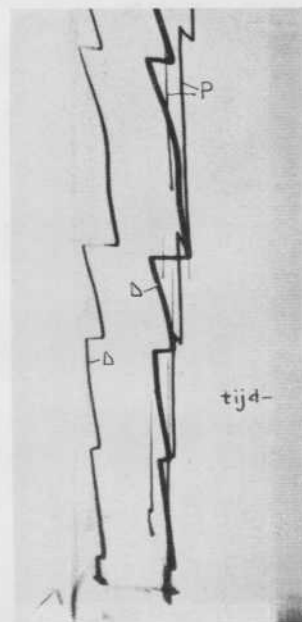


Fig. 16 a. Nystagm. 44 A. Geringe horizontale nystagmus
naar links. (Linker oog was niet afgedekt.)



b. Nystagm. 44 B. Diagonale nystagmus naar
links-boven. (Linker oog was wel afgedekt.)

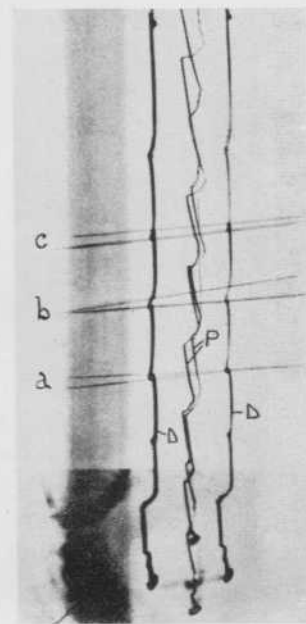


Fig. 17. Nystagm. 43 A.
Verticale nystagmus naar boven,
rotat. nystagmus naar links.
Zie verder tekst.

Alle nystagmogrammen zijn ongeretoucheerd weergegeven. Bij het reproduceeren is speciaal gelet op een goede weergave van de curven, zoodat op sommige afbeeldingen het tijdsein minder duidelijk of soms geheel is weggefallen,

D = *directe-curve*.

P = *prisma-curve*.

vrij intensieve *sluiering van het photographische papier* optreedt. Dit is het geval bij die nystagmogrammen, welke van proefpersonen vervaardigd zijn, *waarvan de oogen vrij diep liggen*. Door de forsche wenkbrauwen is men genoodzaakt het belichtingslampje van boven af op de platina-bolletjes te richten. Hierdoor wordt het onderste gedeelte van de sclera eveneens belicht. Het reflexlicht van dit verlichte deel veroorzaakt de sluiering. Het afschermen van het teruggekaatste licht heeft nog altijd niet tot een bevredigende oplossing geleid.

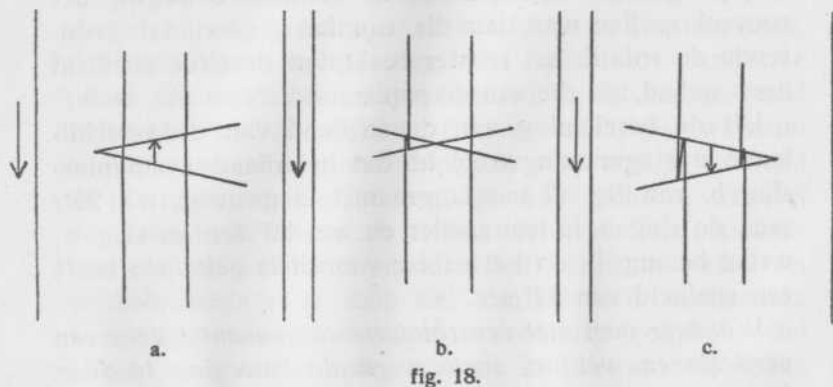
Bij elk nystagmogram, dat men wil gaan opnemen, diene men zich van te voren ervan te overtuigen, *dat het andere oog* (meerendeels was dit bij de proefnemingen het linkeroog en werd van het rechteroog het nystagmogram opgenomen) *behoorlijk is afgedekt*, zoodat de proefpersoon ook met dit oog niets van de omgeving kan zien. Doet men dit niet, dan kijkt de proefpersoon met het linkeroog tegen de bodem van de camera aan. Tijdens de proefneming draait de camera op gelijke wijze als de proefpersoon rond, zoodat hij voortdurend hetzelfde punt kan blijven waarnemen. Van de omgeving ten opzichte waarvan hij gedraaid wordt, kan de proefpersoon hoogstens met de periferie van de retina iets zien, waarbij nog komt dat tijdens een opname de omgeving donker gemaakt wordt. Het optreden van een optokinetische nystagmus is dus niet te verwachten. Het fixeeren echter van een vast punt remt ontegenzeggelijk in belangrijke mate de optredende nystagmus (K o b r a k H.³²). Ter illustratie hiervan diene fig. 16. De proefpersoon H. is beide keeren in staande houding om de verticale as met dezelfde versnelling rondgedraaid, doch in a. was het linkeroog onafgedekt en in nystagmogram b. was het wel afgedekt. Duidelijk ziet men het verschil in grootte en frequentie van de nystagmusslagen. Nystagmogram a. vertoont een enkel horizontaal naar links gericht slagje, dat ten hoogste 1° bedraagt, terwijl nystagmogram b. een zeer fre-

quente horizontale nystagmus naar links doet zien met uitslagen van ongeveer 7° .

In verband hiermede moge een oogenblik de aandacht gevestigd worden op het nystagmogram afgebeeld in fig. 17. De proefpersoon is in rugligging, waarbij de lichaamsas een hoek van -10° maakte met de horizon, (d.w.z. het hoofd lager gelegen dan de voeten) gedraaid om de verticale as naar rechts. Het verkregen nystagmogram week belangrijk af van de vroeger op analoge wijze opgenomen nystagmogrammen. Zooals uit de afbeelding blijkt is de nystagmus voornamelijk verticaal met de snelle phase naar boven gericht en rotatoir met de snelle phase naar links. Een verklaring hiervoor werd na afloop der proef door de proefpersoon zelf gegeven, die mededeelde, dat het kapje voor het linkeroog onvoldoende afgesloten was geweest, zoodat hij langs de neus kijkend een deel van het zwak verlichte plafond had kunnen zien. Het was voor hem alsof dit gedeelte van het plafond tijdens het draaien naar beneden werd geschoven. Dit verklaart het optreden van de sterke verticale component, veroorzaakt dus door een optokinetische nystagmus met de snelle phase naar boven gericht.

Bij aandachtige beschouwing van hetzelfde nystagmogram van fig. 17, levert dit *nog een andere moeilijkheid op, welke om een verklaring vraagt*. Op de aangegeven wijze zijn, ter bepaling van de rotatoire component, de overeenkomstige omslagpunten van de directe curven voor een drietal nystagmus-slagen met elkaar verbonden. Oppervlakkig beschouwt is de snelle phase a. naar rechts gericht, immers het door de getrokken lijnen gevormde hoekpunt wijst naar rechts, de snelle phase b. naar links en de snelle phase c. weer naar rechts. Toch heeft in alle drie de gevallen de bovenpool van het oog zich naar links bewogen. Ter verklaring diene fig. 18. Wanneer het oog een verticale beweging naar boven uitvoert, gaan

de beeldpunten van de lichtende bolletjes naar beneden, dus mede in de richting, waarin de papierstrook wordt voortbewogen. Het hangt nu geheel van de snelheid van deze verticale beweging af wat voor curve er zal ont-



staan. In fig. 18a wordt verondersteld dat de *snelheid van de beweging langzamer is* dan de beweging van de papierstrook. De beeldpuntjes blijven dus bij het papier ten achter. Gelijktijdig wordt de rotatie naar links uitgevoerd. Verbindt men de omslagpunten, dan blijkt de gevonden hoek de juiste richting naar links aan te wijzen. De nystagmuslag b in fig. 17 komt hiermede overeen. Is de verticale beweging van de beeldpunten gelijk aan de snelheid van de papierstrook, dan houdt het midden tusschen de beeldpunten gelijke tred met het papier en wordt om dit punt de rotatoire beweging gemaakt. In fig. 18b ziet men dit afgebeeld. Het rechter beeldpunt blijft nog bij het papier ten achter, doch het linker loopt tijdens de snelle phase op het papier vooruit en schrijft een heen-en-weergaande beweging neer.

De laatste mogelijkheid is, dat de *snelheid van de beeldpunten grooter is dan de snelheid van de papierstrook*. Nu zullen, zooals uit fig. 18c blijkt, beide beeldpunten op het papier vooruit loopen en een heen-en-weergaande

beweging neerschrijven. Verbindt men de overeenkomstige omslagpunten weer, dan lijkt het alsof het hoekpunt van de beide lijnen naar rechts wijst. Dit laatste is duidelijk te zien aan de nystagmusslag c. van fig. 17, terwijl bij a. de snelheid van de verticale beweging net zooveel sneller was dan die van het papier, dat gedurende de rotatie het rechter beeldpunt dezelfde snelheid heeft gehad, als die van de papierstrook.

Uit de berekening van de snelheid van de verschillende nystagmuslagen blijkt dat inderdaad nystagmusslag b. van fig. 17 het langzaamst is geweest, n.l. $25^{\circ}/\text{sec.}$; de slag a. is iets sneller en wel $30^{\circ}/\text{sec.}$ en slag c., welke belangrijk op het papier vooruit is geloopt heeft een snelheid van $47^{\circ}/\text{sec.}$

Wanneer men met een rotatoire component tijdens een verticale en wel vrij snelle verticale beweging te doen heeft, dan dient men bij het bepalen van de richting van de rotatoire component met deze schijnbare omkeering rekening te houden.

Nog andere moeilijkheden kunnen bij het analyseeren van de curven naar voren komen. Het gebeurt vaak, dat men in twijfel is of een bepaalde uitslag als nystagmusslag in een zekere richting valt aan te duiden of niet. Zoo ziet men wel eens, dat in een deel van een nystagmogram de directe curve tijdens de langzame phase nauwkeurig evenwijdig aan de rand van de papierstrook loopt, wat wil zeggen dat er geen horizontale afwijking heeft plaats gehad, terwijl tijdens de snelle phase wel degelijk een uitslag zichtbaar is. De vraag is nu, is er een horizontale component in deze nystagmus aanwezig of is de uitslag tijdens de snelle phase alleen te wijten aan een spontaanbeweging van het oog. Stelt men als definitie voor een vestibulaire nystagmus, dat dit een oogbeweging is bestaande uit een langzame beweging in de eene richting, gevolgd door een snelle beweging in de andere richting, dan zou men volkomen gerech-

tigd zijn, in dit geval door het ontbreken van een langzame beweging, te zeggen, dat er geen vestibulaire nystagmus in het horizontale vlak aanwezig is geweest. Doch aan de andere zijde staat, dat wanneer er een spontaanbeweging is geweest in de richting van de snelle phase er geen reden aanwezig is om aan te nemen, dat deze spontaanbeweging niet tijdens de langzame phase zijn invloed heeft doen gelden. In dit laatste geval is het heel wel mogelijk, dat de langzame phase werkend in de eene richting en de spontaanbeweging werkend in de tegengestelde richting, gemaakt hebben, dat het oog noch in de eene noch in de andere richting is kunnen gaan en stil is blijven staan in het horizontale vlak. In werkelijkheid is er dan wel degelijk een horizontale component van de nystagmus aanwezig geweest. Niet alleen spontaanbewegingen, ook andere mogelijkheden zijn denkbaar, die deze complicatie kunnen veroorzaken. Zooals later bij de bespreking der genomen proeven nader uiteengezet zal worden, werden de proefpersonen liggend op het wentelstatief met statief en al op een elektrische draaischijf rondgedraaid. *Nooit is met zekerheid te zeggen, dat de verbindingslijn tusschen de beide labyrinthen van de proefpersoon juist de draaias van de schijf snijdt.* Een afwijking naar deze of gene zijde is bijna altijd aanwezig, zoodat het heel wel denkbaar is, dat de centrifugaal-kracht tijdens het draaien zijn invloed op het labyrinth doet voelen. Wat dit ten gevolge heeft is niet zeker te zeggen, doch met het optreden van eventueele oogbewegingen moet zeker rekening gehouden worden. Men moet dus zooveel mogelijk zorg dragen, dat het hoofd van de proefpersoon gelegen is in de as, waaromheen gedraaid zal worden. *Bij het analyseeren van het opgenomen nystagmogram beschouwe men dit in zijn geheel en kieze voor nauwkeuriger analyse dat deel uit, dat het minst onverklaarbare afwijkingen vertoont.*

Tenslotte moet een oogenblik de aandacht gevestigd

worden op het omgekeerde van wat zoojuist besproken is geworden, n.l. *dat het nystagmogram een duidelijke component in de een of andere richting laat zien, die in werkelijkheid niet heeft bestaan*. Dit zal vooral het geval zijn, wanneer een rotatoire beweging van het oog is opgetreden. Veronderstel dat een zuiver rotatoire nystagmus is opgewekt, d.w.z. dat het oog gedurende deze nystagmus roteert om de oogas, welke door het midden van de cornea gaat. Is het zijden kapje ideaal op het oog geplaatst, dan moet het stiftje, waaraan de zijarmpjes bevestigd zijn, in het verlengde liggen van de oogas. Dan alleen zullen de lichtende puntjes een zuiver rotatoire beweging neerschrijven. Staat het kapje echter niet nauwkeurig in het midden op de cornea, doch heeft het zich iets te laag vastgehecht, dan valt het stiftje niet meer in het verlengde van de oogas. Wanneer nu het oog om de oogas gaat roteeren, zal het stiftje worden bewogen langs een kegelmantel, welke kegel de oogas tot as heeft. Hierdoor wordt aan de rotatoire component een horizontale toegevoegd, die in werkelijkheid niet bestaan heeft. Op dezelfde wijze is het mogelijk, dat een schijnbaar verticale component optreedt. Uit deze beschouwing vloeit voort *de eisch, dat het kapje met de meeste nauwkeurigheid op het oog gezet moet worden*.

Al de tot nu toe besproken moeilijkheden doen zien, dat niet alleen bij het analyseeren, doch vooral bij het opnemen van een nystagmogram de strengste nauwkeurigheid moet worden in acht genomen. Het spreekt vanzelfs, dat men hier voor op de volle medewerking van proefpersoon en apparatuur moet kunnen rekenen. Het resultaat is dan dat men beschikt over een nystagmogram, dat met vrij groote mate van nauwkeurigheid alle gegevens levert over de vorm van nystagmus, die men bestudeeren wil.

HOOFDSTUK V.

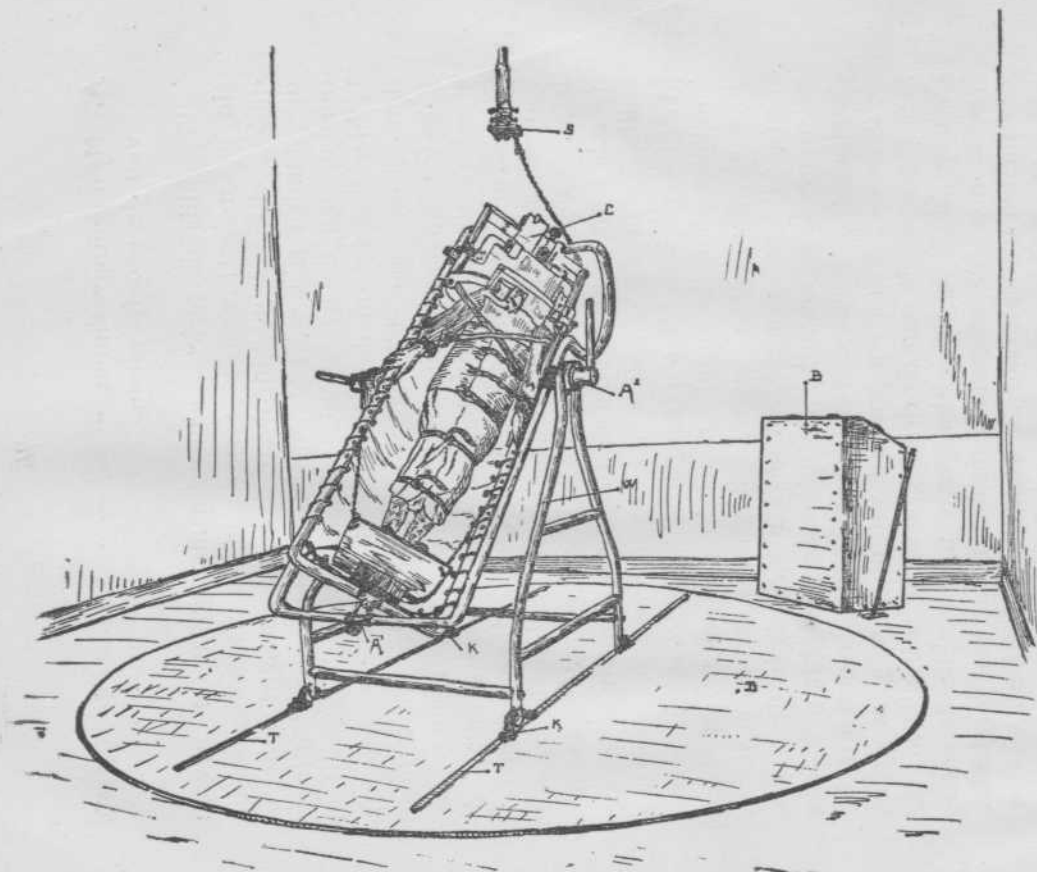
OVER DE PROEFNEMINGEN EN HAAR RESULTATEN.

Met het in de voorgaande hoofdstukken beschreven toestel, dat de mogelijkheid geeft van een nauwkeuriger registratie van nystagmus bij de mensch, dan vroeger geschieden kon, zijn allereerst proeven genomen, waarbij de labyrinthen van proefpersonen in verschillende standen geprikkeld worden, hetzij rotatorisch, hetzij calorisch, om de optredende nystagmus in verband met deze verschillende standen nader te onderzoeken. Zoo zijn een reeks van nystagmogrammen tijdens rotatie en calorische prikkeling opgenomen bij menschen, waarvan verwacht mocht worden, dat zij een normaal labyrinth hadden. Achtereenvolgens zullen deze nystagmogrammen, in verband met de stand, waarin zij vervaardigd zijn, besproken worden. Daarna volgen nog enkele nystagmogrammen van pathologische gevallen.

De opstelling van de proeven met rotatie vereischt eenige toelichting; het ook door Kuilman gebruikte wentelstatief laat slechts een rotatie toe om de lichaamsas van de proefpersoon en om een horizontaal verloopende dwarsas. Uitgezonderd de stand, waarbij de lichaamsas van de proefpersoon verticaal staat en om deze as geroteerd wordt, vindt bij alle overige rotaties een verandering plaats in de stand van de otolithen tijdens de draaiing, waardoor naast de nystagmus compensatoire oogdeviaties ontstaan. Het is dus gewenscht, waar ook Rademaker⁶⁰⁾ bij zijn labyrinth-proeven reeds op gewezen heeft, dat men bij rotatie-proeven er steeds zorg

voor dragen moet, dat de as waarom men roteeren wil verticaal geplaatst wordt, opdat de invloed van de zwaartekracht op de labyrinthen tijdens de draaiing onveranderd blijve. Het is dan ook dáárom, dat het wentelstatief alleen gebruikt werd om de proefpersoon in een bepaalde stand te brengen, terwijl de rotatie steeds om een verticale as plaats vond. Hiertoe werd het wentelstatief in zijn geheel geplaatst op een *electrische draaischijf* (fig. 19), welke aanwezig is in het Physiologisch laboratorium te Leiden. Deze draaischijf is in de vloer ingebouwd, zoodat haar oppervlak gelijk ligt met de vloer van het vertrek, waarin zij is opgesteld. De aandrijving geschiedt met behulp van een electromotor. Door het inschakelen van verschillende weerstanden kan men de schijf, die zoowel rechtsom (met de wijzers der klok mee) als linksom (tegen de wijzers in) draaien kan, met verschillende hoekversnelling doen aanloopen. Tengevolge van technische moeilijkheden kan aan de draaischijf van het Physiologisch laboratorium deze versnelling nog niet gemeten worden.

Het op de schijf geplaatste wentelstatief wordt hierop met een aantal klemmen vastgezet, welke om T-ijzers grijpen, die stevig aan de schijf zijn vastgeschroefd. Langs de T-ijzers is verplaatsing van het statief op de schijf mogelijk, zoodat steeds gezorgd kan worden, dat de draaias in het midden tusschen de beide labyrinthen komt te liggen. Hierdoor wordt zooveel mogelijk de invloed van de centrifugaal-kracht op de otolithen omzeild, waardoor fouten in de nystagmogrammen zouden kunnen ontstaan. De meeste nystagmogrammen zijn *gedurende de rotatie* opgenomen, hetgeen mogelijk was, doordat de onderzoeker alle rotaties meemaakte om de camera te bedienen. Een enkele maal is een nystagmogram van een postrotatoire nystagmus opgenomen.



- D = draaischijf.
- B = bedieningstafel van de schijf.
- W = wentelstatief.
- T = T-ijzers vast aan de schijf.
- K = klemmen ter bevestiging van wentelstatief aan T-ijzers.
- S = sleepcontact voor toevoer 220 V.
- A₁ = draaias binnenraam.
- A₂ = draaias buitenraam.
- C = camera.

Fig. 19. Overzicht van de proefopstelling tijdens rotatie.

A. Nystagmogrammen opgenomen gedurende rotatie van de proefpersoon.

Verschillende reeksen van lichaamsstanden (in engeren zin gesproken: standen van de beide labyrinthen) zijn onderzocht, teneinde uit de nystagmogrammen, welke in die standen zijn opgenomen, het moment van richtingsomslag van de nystagmus te kunnen bepalen. Speciaal is hierbij gelet op de horizontale booggang en zoo zijn dan ook voornamelijk die opeenvolgende lichaamsstanden gekozen, waarvan men verwachten kon, dat na een zekere standsverandering een omkeer van de nystagmus zou plaats vinden, tengevolge van het van richting veranderen van de endolymphestroom in de horizontale booggangen. Immers volgens de tot nu toe meest gangbare theorie over het tot stand komen van de prikkel op het zintuig-epitheel van de ampullen, n.l. de *streamingstheorie* van Mach-Breuer^{6 en 7}), geschiedt dit, doordat de endolymphestroom de cupula naar de een of andere kant doet afwijken. Deze endolymphestroom komt tot stand, doordat de endolympe, welke aanwezig is in de cirkel, gevormd door ampulla, utriculus en booggang, tijdens draaiing ten gevolge van de traagheid achterblijft bij de draaiing en dus ten opzichte van de wand gaat stroommen tegengesteld aan de richting, waarin gedraaid wordt. Evenzoo blijft bij het beeindigen van de rotatie de endolympe nog een oogenblik doorstroomen en verplaatst zich nu ten opzichte van de wand in de richting, waarin gedraaid is. Deze stroom neemt de cupula mee en doet haar in de stroomrichting afwijken, waardoor het zintuig-epitheel geprikkeld wordt en de reflectoire oogbewegingen tot stand zouden komen. Het hangt nu geheel af van de as, waarom en van de richting, waarin gedraaid wordt, welke booggang geprikkeld zal worden. Zoo zal in een booggang, waarvan het vlak evenwijdig loopt aan de draaias, geen stroom opgewekt worden, terwijl in

een booggang, waarvan het vlak loodrecht staat op de draaias, een maximale stroom zal ontstaan en dus zal de prikkel, uitgaande van deze booggang, overheerschen.

Tegenover deze theorie van Mach-Breuer staat die van Wittmaack^{65 e.v.)}. Aan de hand van een reeks histologische onderzoekingen komt Wittmaack tot het opstellen van zijn *tonustheorie*. De cupula heeft door bepaalde vochtverhoudingen een zekere turgor, die onder allerlei omstandigheden zou kunnen wisselen, waardoor dan een prikkel uitgeoefend zou worden op het zintuig-epitheel. Zoo zou volgens Wittmaack tijdens een rotatie geen afwijken van de cupula plaats hebben in de richting van de endolymphestroom, doch door deze stroom een druk, resp. een tractie uitgeoefend worden op de cupula, wanneer de stroom ampullopetaal, resp. ampullofugaal gericht is.

Steinhausen^{64 e.v.)} heeft Wittmaack ten sterkste bestreden en wist met behulp van bij de snoek genomen proeven krachtige argumenten voor Mach-Breuer's theorie te vinden. Hij zag namelijk kans om bij de nog levende snoek de ampulla van één van de booggangen in het gezichtsveld te brengen. Door het inbrengen van Oost-Indische inkt in het vliezige labyrinth werd de cupula zichtbaar gemaakt. Photographisch en kinematographisch heeft Steinhausen vastgelegd, wat hij bij rotatie te zien kreeg. De cupula bleek de ampulla geheel af te sluiten en werd door de vloeistofstroom meegenomen en omgebogen al naar de richting van de stroom. Hiermede meent Steinhausen op overtuigende wijze de juistheid van de theorie van Mach-Breuer bewezen te hebben.

Een geheel andere meening is Spitzer⁶³⁾ toegedaan. De anatomische bouw van de booggangen is zijns inziens van dien aard, dat daardoor juist stroomingen voorkomen moeten worden. De overbrenging van de prikkel op het zintuigepitheel zou geschieden, doordat tijdens be-

weging een longitudinale, staande golfbeweging in de booggang zou ontstaan, waardoor eveneens de crista in trilling gebracht zou worden (*golftheorie*). Ongelijkheid van deze prikkel tijdens rotatie op de utriculaire en canalaire zijde van de crista zou reflectoir nystagmus ten gevolge hebben. Deze zou een uiting zijn van een te sterke labyrintprikkel, terwijl de functie van de booggangen alleen is een gewaarwording van de hoekversnelling te geven.

Onverschillig op welke wijze de prikkel op het zintuigepitheel overgebracht wordt, een algemeen aangenomen feit is het, dat de nystagmus, die gedurende draaien met uitschakeling van mogelijke optokinetische factoren ontstaat, zijn oorsprong vindt in endolymphische verplaatsingen in de halfcirkelvormige kanalen. Deze endolymphestroom nu geeft een horizontale nystagmus, wanneer zij alleen aanwezig is in het horizontale kanaal en wel zoo, dat de langzame phase in dezelfde richting gaat als de endolymphestroom. De verticale en rotatoire nystagmus vindt zijn oorsprong in de verticale kanalen. Is de stroom in beide voorste kanalen van de ampulla af, of naar de ampulla toe gericht (ampullofugaal, resp. ampullopetaal) en in de achterste kanalen ampullopetaal, resp. ampullofugaal, dan zal een verticale nystagmus optreden, terwijl een rotatoire ontstaat, wanneer in beide linker verticale kanalen een ampullopetale, resp. ampullofugale en in beide rechter verticale kanalen een ampullofugale, resp. ampullopetale stroom aanwezig is (Radermaker ^{60 pag. 78}). Afhankelijk van de stand van het hoofd ten opzichte van de draaias zal men allerhande combinaties van deze elementaire vormen van nystagmus mogen verwachten. Eveneens is het duidelijk, dat de nystagmus omgekeerd zal zijn, wanneer het hoofd in een stand, 180° verschillend met de eerste stand, gebracht wordt, terwijl in dezelfde richting gedraaid wordt.

Een oogenblik zal nog stilgestaan worden bij de z.g.

theorie van Ewald²⁰). Met de pneumatische hamer wist hij bij de duif een ten deele afgesloten booggang in ampullopetale en ampullofugale richting te prikkelen. Zoo vond hij, dat de ampullopetale stroom in de horizontale booggang een sterkere reactie te weeg brengt dan de ampullofugale, terwijl in de verticale het tegengestelde het geval zou zijn en de ampullofugale stroom de sterkste prikkel zou geven.

De reeks nystagmogrammen, die van *proefpersoon B*, zijn opgenomen, hebben nu tot doel het oogenblik te bepalen, waarop de nystagmus van richting verandert, wanneer men het lichaam in achtereenvolgende standen van staande houding achterover in liggende houding brengt. Indien aangenomen mag worden, dat de horizontale component van een nystagmus gebonden is aan de horizontale booggang, dan kan men op deze wijze een indruk krijgen van de hellingshoek, welke het vlak van de horizontale booggang met het horizontale vlak maakt. Men moet zich echter van te voren realiseeren, dat reeds in de eerste stand, waarmee men de proef begint — laten wij aannemen een normale staande houding — het hoofd van de proefpersoon door ons met behulp van kopsteunen en bijtplaat in een stand is gebracht, welke kan afwijken en belangrijk kan afwijken van die stand, waarin de proefpersoon gewoon is het hoofd te dragen, d.w.z., dat door ons met aan zekerheid grenzende waarschijnlijkheid een verandering is aangebracht in de hoek, die de proefpersoon onder normale omstandigheden gewoon is te hebben tusschen het vlak van zijn horizontale booggang en het horizontale vlak. Zoolang het nog niet mogelijk is deze hoek op eenigerlei wijze te bepalen, kan deze fout niet geëlimineerd worden.

Proefpersoon B. werd eerst in staande houding gebracht. In deze stand maakt het horizontale kanaal een hoek met het horizontale vlak, welke in het algemeen

wordt aangenomen gelegen te zijn tusschen 15° en 30° en naar voren open is. Wordt nu naar rechts gedraaid, dan zal door de traagheid de endolymphe achter blijven en als het ware naar links stroomen, d.w.z. zal de stroom voor het rechterkanaal ampullopetaal gericht zijn. Te verwachten is dus een horizontale nystagmus, waarvan de snelle slag naar rechts gericht is. Brengt men het lichaam nu 20° achterover, dan wordt de hellingshoek van het horizontale kanaal met 20° vermeerderd. Draait men andermaal naar rechts, dan zal weer een nystagmus naar rechts gedurende de draaiing optreden. De verticale kanalen, die in de eerste stand practisch gesproken verticaal stonden, zoodat er geen strooming in kon optreden, zullen nu wel invloed van de draaiing ondervinden, zoodat men rotatoire componenten in de nystagmus verwachten mag. Gaat men nu door met het lichaam steeds meer in rugligging te brengen, dan komt er een oogenblik, waarop het horizontale kanaal verticaal komt te staan. Het nystagmogram, dat in deze stand gedurende draaiing opgenomen wordt, zal daardoor gekenmerkt zijn, dat de horizontale component in de nystagmus ontbreekt. Gaat men steeds verder, totdat de proefpersoon in volkomen rugligging komt, d.w.z., dat de lichaamsas zuiver horizontaal geplaatst is, dan wordt de hellingshoek van het horizontale kanaal stomp. Het gevolg hiervan is, dat wanneer andermaal naar rechts gedraaid wordt, de endolymphe in het rechter kanaal niet meer ampullopetaal, maar ampullofugaal zal stroomen. De te verwachten horizontale component van de nystagmus zal dus nu met de snelle slag naar links gericht zijn. Wat betreft de verticale kanalen zal de richting van de endolymphestroom bij het meer in rugligging komen onveranderd blijven, alleen zal de intensiteit toenemen, naarmate de hoek tusschen lichaamsas en het horizontale vlak kleiner wordt, — aangenomen, dat steeds met dezelfde hoekversnelling gedraaid wordt — hetgeen zich zal uiten in een sterker worden van de rotatoire component.

TABEL I.

Proefpersoon B. in verschillende standen in rugligging gedraaid naar rechts.
(Nystagmogram 41).

Gedeelte	Stand van de proefpersoon	Draairichting	Richting snelle phase				Amplitudo			Tijd per sec.	Snelheid per sec.	Aantal slagen per sec.	
			hor.	vert.	diag. hoek	rot.							
41 A	rugligging 90° met horizon	rechts	rechts	be-neden	16°	—	Diag.	S.	5°	0.03	166°40'	1 ¹ / ₄	
								L.	4°	0.40	10°		
							Rot.	S.	—	—	—		
								L.	—	—	—		
41 B	rugligging 70° met horizon	rechts	rechts	—	—	links	Hor.	S.	2°	0.02	100°	2 ³ / ₄	
								L.	3°	0.36	8°20'		
							Rot.	S.	was niet te meten door wegvallen tweede curve				
								L.					
41 C	rugligging 50° met horizon	rechts	rechts	—	—	links	Hor.	S.	2°	0.03	66°40'	* 3	
								L.	2°	0.40	5°		
							Rot.	S.	1 ¹ / ₂ °	0.03	50°		
								L.	5°	0.40	12°30'		
41 D	rugligging 40° met horizon	rechts	rechts	—	—	links	Hor.	S.	2°15'	0.03	75°	1 ³ / ₄	
								L.	2°15'	0.56	3°30'		
							Rot.	S.	3°	0.03	100°		
								L.	3°30'	0.56	6°15'		
41 E	rugligging 30° met horizon	rechts	soms links, soms rechts, langzaam = 0	—	—	links	Hor.	S.	—	—	—	1 ³ / ₄	
								L.	—	—	—		
							Rot.	S.	4°	0.03	133°20'		
								L.	6°30'	0.56	11°34'		

Verklaring der afkortingen.

hor. = horizontaal; vert. = verticaal; diag. hoek = hoek van diagonale nystagmus;
rot. = rotatoir. Onder amplitudo is de rotatoire component afzonderlijk vermeld onder afkorting Rot. S. = snelle phase. L. = langzame phase.

1). De proefpersoon B. werd dus bij een eerste reeks proefnemingen naar rechts gedraaid, het eerst in staande houding, vervolgens maakte de lichaamsas een hoek van 70° met het horizontale vlak, daarna 50° met hetzelfde vlak, 40° en 30° . (Deze standen, het lichaam dus achteroverhellend, zullen in het vervolg aangeduid worden met rugligging, waaraan toegevoegd wordt het aantal graden, dat de lichaamsas met het horizontale vlak maakt). Na deze stand moest de proefneming gestaakt worden. Van elk der nystagmogrammen zijn een aantal slagen nauwkeurig geanalyseerd en een gemiddelde in de tabel ingevuld. In tabel I zijn de waarden weergegeven.

Uit de analyseering van de nystagmogrammen, waarvan men in fig. 20 een reproductie ziet van de gedeelten A, C en E, ziet men dat, zooals te verwachten was, de horizontale component naar rechts gericht is. Duidelijk ziet men ook een afname van de grootte van de amplitudo in de opeenvolgende standen, terwijl de rotatoire component, naarmate de totale rugligging meer genaderd wordt, toeneemt. In de laatste stand is een weifelen in de horizontale factor waar te nemen. De langzame phase ontbreekt vrijwel geheel, terwijl de snelle soms naar rechts en dan weer naar links gericht is. De curve in staande houding opgenomen (A) bevat een verticale component, die gemaakt heeft, dat de snelle slag van de nystagmus niet naar rechts, maar onder een hoek van 16° naar rechts-beneden gericht is geweest, doch van een rotatoire component is niets te vinden.

Dat in de overige standen de rotatoire component naar links is gericht, d.w.z., dat gedurende de snelle phase de bovenpool van het oog naar links geroteerd is, is te begrijpen. In beide rechter verticale kanalen is de richting van de endolymphestroom gedurende de draaiing ampullopetaal geweest en in de linker verticale kanalen ampullofugaal. De langzame phase van de nystagmus doet de oogten in dezelfde richting roteeren dus naar rechts, waarop de snelle slag naar links volgt.

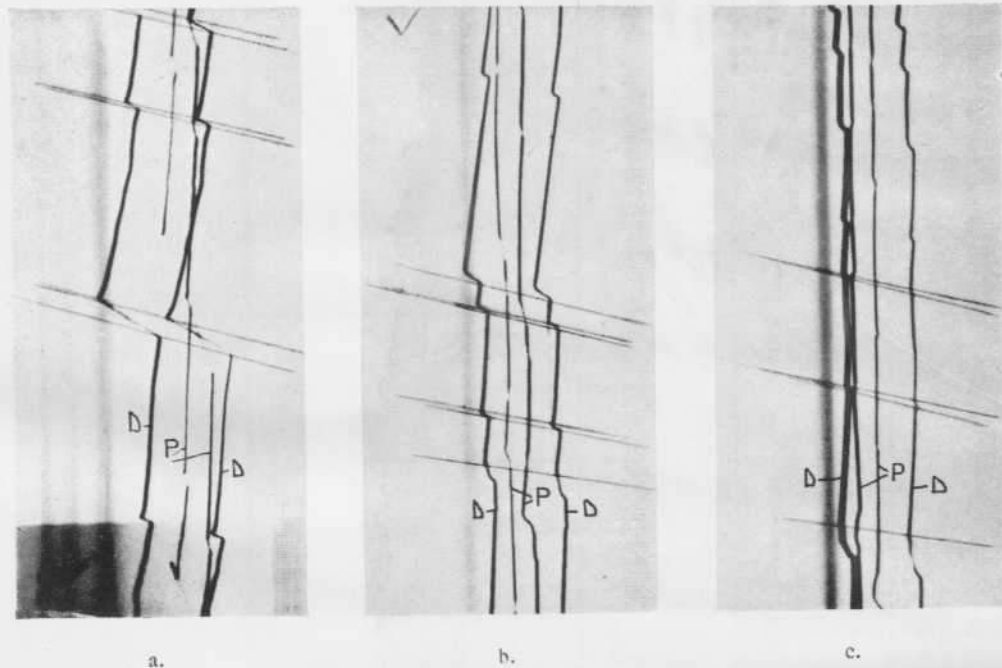
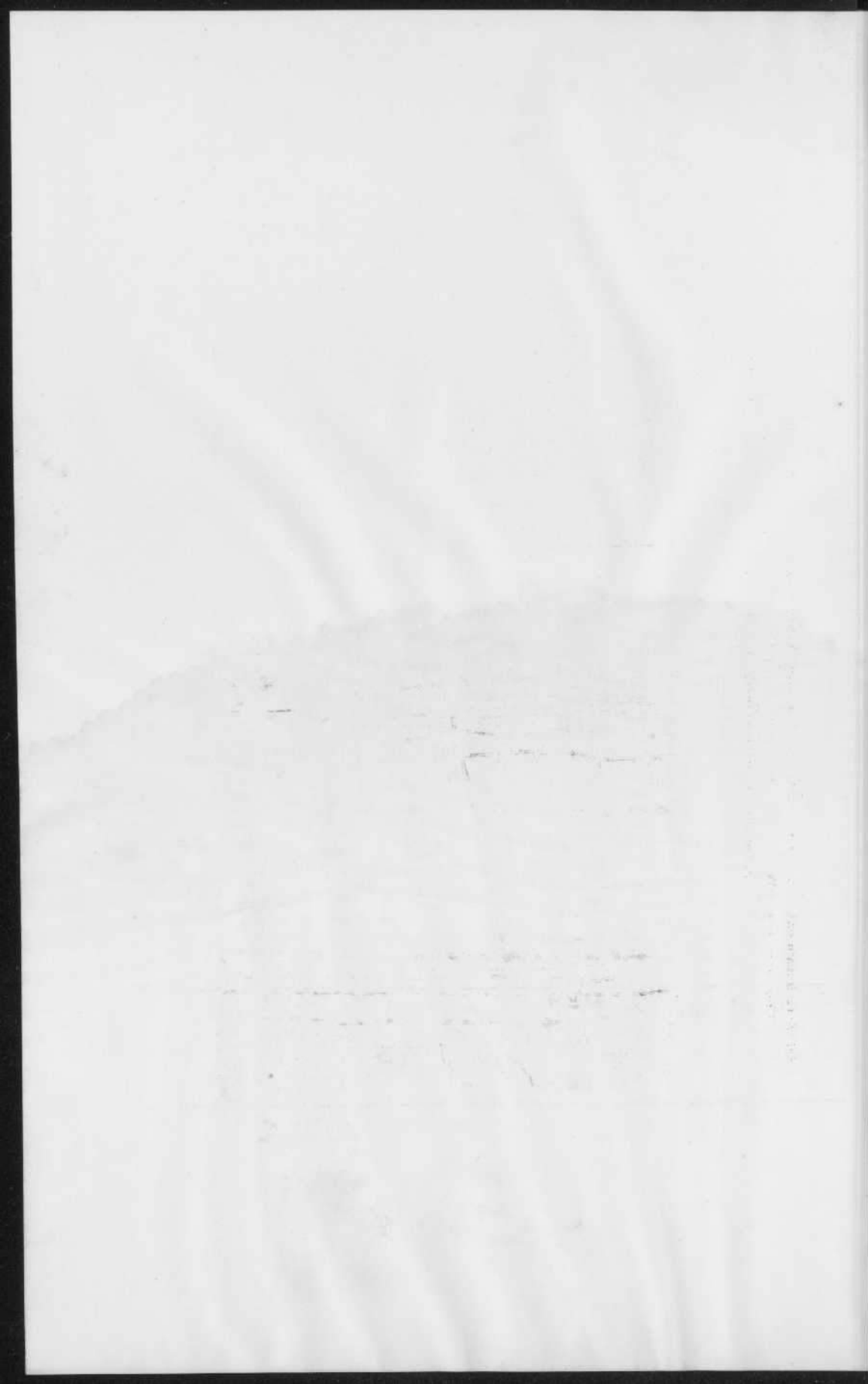


Fig. 20 a. Nystagm. 41 A. Diagonale nystagmus naar rechts-beneden.
 b. " 41 C. Horiz. nystagmus naar rechts, rotat. nystagmus naar links.
 c. " 41 E. Wisselende geringe horiz. nystagmus, rotat. nystagmus naar links.



2). De zoo juist besproken proef is enkele dagen later bij dezelfde *proefpersoon B.* herhaalt, doch nu is *in totale rugligging begonnen* en de proefpersoon steeds verder naar de staande houding gebracht en niet naar rechts, doch naar links geroteerd. De resultaten vindt men in tabel II.

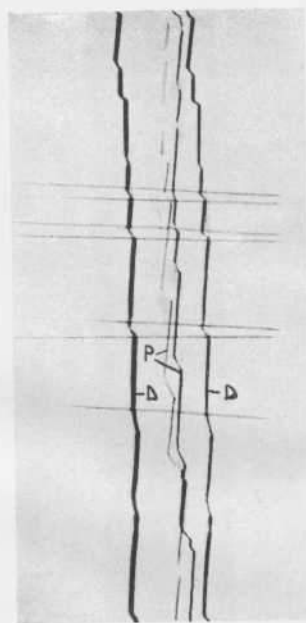
TABEL II.

Proefpersoon B. in verschillende standen in rugligging gedraaid naar links.
(Nystagmogram 42).

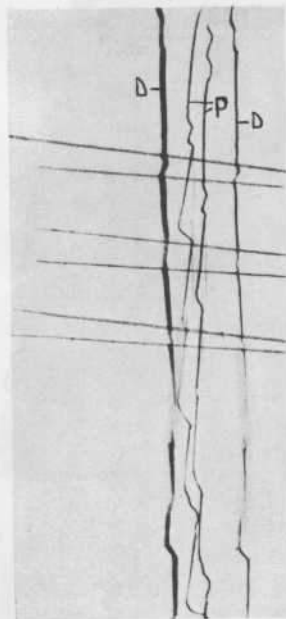
Gedeelte	Stand van de proefpersoon	Draairichting	Richting snelle phase				Amplitudo		Tijd per sec.	Snelheid per sec.	Aantal slagen per sec.
			hor.	vert.	diag. hoek	rot.					
42 A	rugligging 0° met horizon	links	rechts	beneden	33°	rechts	Diag.	S. 1°45'	0.02	87°30'	3
								L. 2°15'	0.42	5°20'	
							Rot.	S. 1°30'	0.02	75°	
								L. 2°30'	0.42	5°58'	
42 B	rugligging 20° met horizon	links	± nul enkele slag naar rechts	beneden	—	rechts	Vert.	S. 0°30'	0.04	12°30'	2 1/2
								L. 2°	0.32	6°15'	
							Rot.	S. 3°30'	0.04	85°30'	
								L. 2°30'	0.32	7°50'	
42 C	rugligging 30° met horizon	links	links	beneden	26°	rechts	Diag.	S. 1°	0.02	50°	1 1/2
								L. 1°30'	0.30	5°	
							Rot.	S. 1°30'	0.02	75°	
								L. 2°	0.30	6°40'	
42 D	rugligging 40° met horizon	links	links	—	—	rechts	Hor.	S. 1°30'	0.06	25°	3 1/2
								L. 2°15'	0.50	4°30'	
							Rot.	S. 3°	0.06	50°	
								L. 5°	0.50	10°	

42 E	rugligging 50° met horizon	links	links	—	—	rechts	Hor.	S.	1°30'	0.04	37°30'	4 ³ / ₄
								L.	1°30'	0.13	11°32'	
							Rot.	S.	1°15'	0.04	31°15'	
								L.	1°30'	0.13	11°32'	
42 F	rugligging 70° met horizon	links	links	—	—	rechts	Hor.	S.	4°	0.10	40°	3
								L.	3°	0.24	12°30'	
							Rot.	S.	0°30'	0.10	5°	
								L.	0°30'	0.24	2°05'	
42 G	staande houding 90° met horizon	links	links	—	—	—	Hor.	S.	3°	0.04	75°	2 ¹ / ₂
								L.	4°30'	0.36	12°30'	
							Rot.	S.	—	—	—	
								L.	—	—	—	

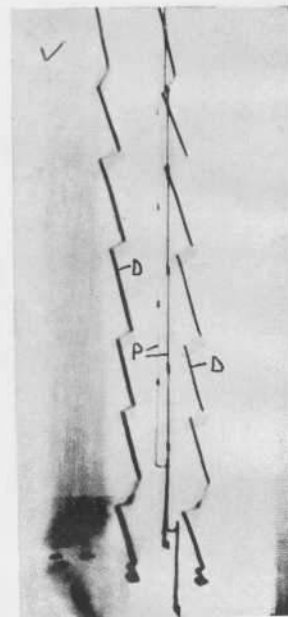
Het eerste wat in deze tabel opvalt is, dat de horizontale component van de nystagmus, die in totale rugligging opgewekt is, tegengesteld is aan die, welke onder een hoek van 30° of meer met het horizontale vlak verkregen is. In de stand: lichaamsas 20° met horizon, heeft het nystagmogram praktisch gesproken geen horizontale component. In fig. 21 zijn de deelen A, B en G weergegeven. De reproductie van deel B laat duidelijk zien het nagenoeg rechte verloop van de directe curven. Tevens toonen de constructielijnen de grootte van de rotatoire component aan, die in dit geval naar rechts gericht is. Evenals in het voorgaande nystagmogram wordt de rotatoire component kleiner naarmate de lichaamsas de verticale stand nadert. Vooral na stand D is dit duidelijk waar te nemen. Is de verticale stand bereikt, d.w.z. dat de verticale kanalen evenwijdig aan de draaiingsas zijn gekomen, dan ontbreekt de rotatoire component geheel. Zoo ziet men dan ook in de reproductie van deel G van het nystagmogram een zuiver-horizontale nystagmus naar links. De prisma-curven ver- toonen in het geheel geen uitslag. Wel is het heen- en



a.



b.



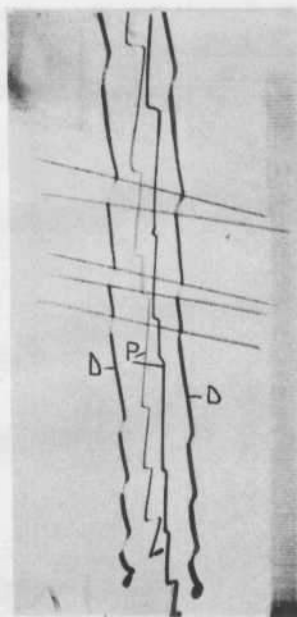
c.

Fig. 21 a. Nystagm. 42 A. Diagonale nystagmus naar rechts-beneden, rotat. nystagmus naar rechts.
 b. " 42 B. Verticale nystagmus naar beneden, rotat. nystagmus naar rechts.
 c. " 42 G. Horizontale nystagmus naar links.

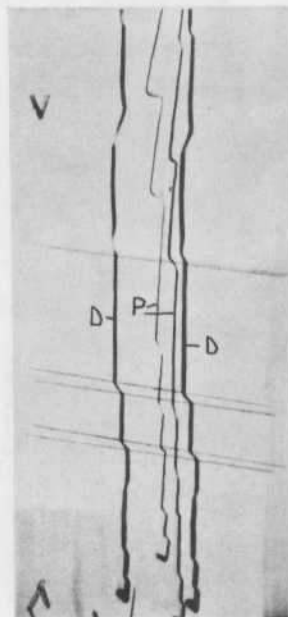


44 B	staande houding 90° met horizon [linkeroog wel afgedekt]	links	links	boven	16°	—	Diag.	S.	4°	0.04	100°	2
								L.	3°	0.48	6°15'	
							Rot.	S.	—	—	—	
								L.	—	—	—	
44 C	rugligging 70° met horizon	links	links	—	—	rechts	Hor.	S.	3°15'	0.04	81°15'	2 1/2
								L.	3°15'	0.36	10°10'	
							Rot.	S.	2°30'	0.04	62°30'	
								L.	2°30'	0.36	6°55'	
44 D	rugligging 50° met horizon	links	links	—	—	rechts	Hor.	S.	1°15'	0.05	25°	2 1/2
								L.	2°	0.40	5°	
							Rot.	S.	4°30'	0.05	90°	
								L.	2°	0.40	5°	
44 E	rugligging 30° met horizon	links	links	be- neden	26°	rechts	Diag.	S.	1°15'	0.05	25°	2 3/4
								L.	1°45'	0.32	5°30'	
							Rot.	S.	2°30'	0.05	50°	
								L.	3°	0.32	9°22'	
44 F	rugligging 10° met horizon	links	rechts	be- neden	26°	rechts	Diag.	S.	1°30'	0.02	75°	2 1/4
								L.	1°	0.24	4°10'	
							Rot.	S.	1°30'	0.02	75°	
								L.	2°	0.24	8°20'	
44 G	rugligging — 10° met horizon	links	rechts	be- neden	26°	rechts	Diag.	S.	1°30'	0.03	50°	3 1/2
								L.	1°30'	0.24	6°15'	
							Rot.	S.	2°30'	0.03	83°20'	
								L.	2°30'	0.24	10°25'	
44 H	rugligging — 30° met horizon	links	rechts	be- neden	26°	rechts	Diag.	S.	2°30'	0.02	125°	2
								L.	2°	0.60	3°20'	
							Rot.	S.	2°	0.02	100°	
								L.	1°30'	0.60	2°30'	

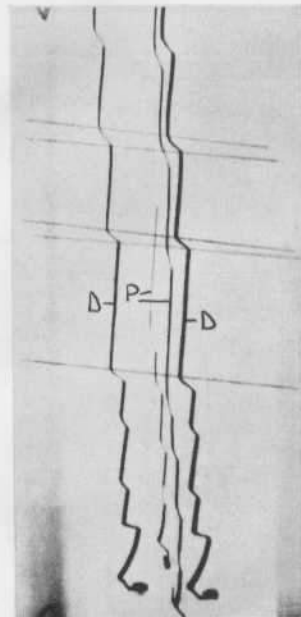




a.



b.



c.

Fig. 22 a. Nystagm. 44 E. Diagonale nystagmus naar links-beneden, rotat. nystagmus naar rechts.
 b. „ 44 F. Diagonale nystagmus naar rechts-beneden, rotat. nystagmus naar rechts.
 c. „ 44 H. Diagonale nystagmus naar rechts-beneden, rotat. nystagmus naar rechts.

Zooals uit deze tabel blijkt, ligt het omslagpunt van de horizontale component tusschen 30° en 10° in. Ook hier ziet men weer een regelmatige afname van de amplitudo van de horizontale component tot het omslagpunt, waarna een grooter worden valt waar te nemen in de opeenvolgende lager gelegen standen. De rotatoire factor vertoont in dit geval weinig verschil.

Voor het optreden van de verticale component in de standen E, F, G en H, die in alle vier de gevallen naar beneden gericht is, is geen afdoende verklaring gevonden. Wat betreft de naar boven gerichte verticale component in stand B valt op te merken, dat het geheele niveau van het nystagmogram na elke slag verplaatst is en wel zoodanig, alsof het oog langzaam omhoog gericht is geworden. Men zou hier met een spontane oogbeweging te maken kunnen hebben. Heel vaak werd bij verschillende proefpersonen tijdens het instellen van de camera opgemerkt dat, nadat het fixeren van het linkeroog door het voorplaatsen van het oogklepje onmogelijk was gemaakt, de oogen dwaalbewegingen gingen uitvoeren, die langzaam en zonder bepaalde richting verliepen en het instellen sterk bemoeilijkten.

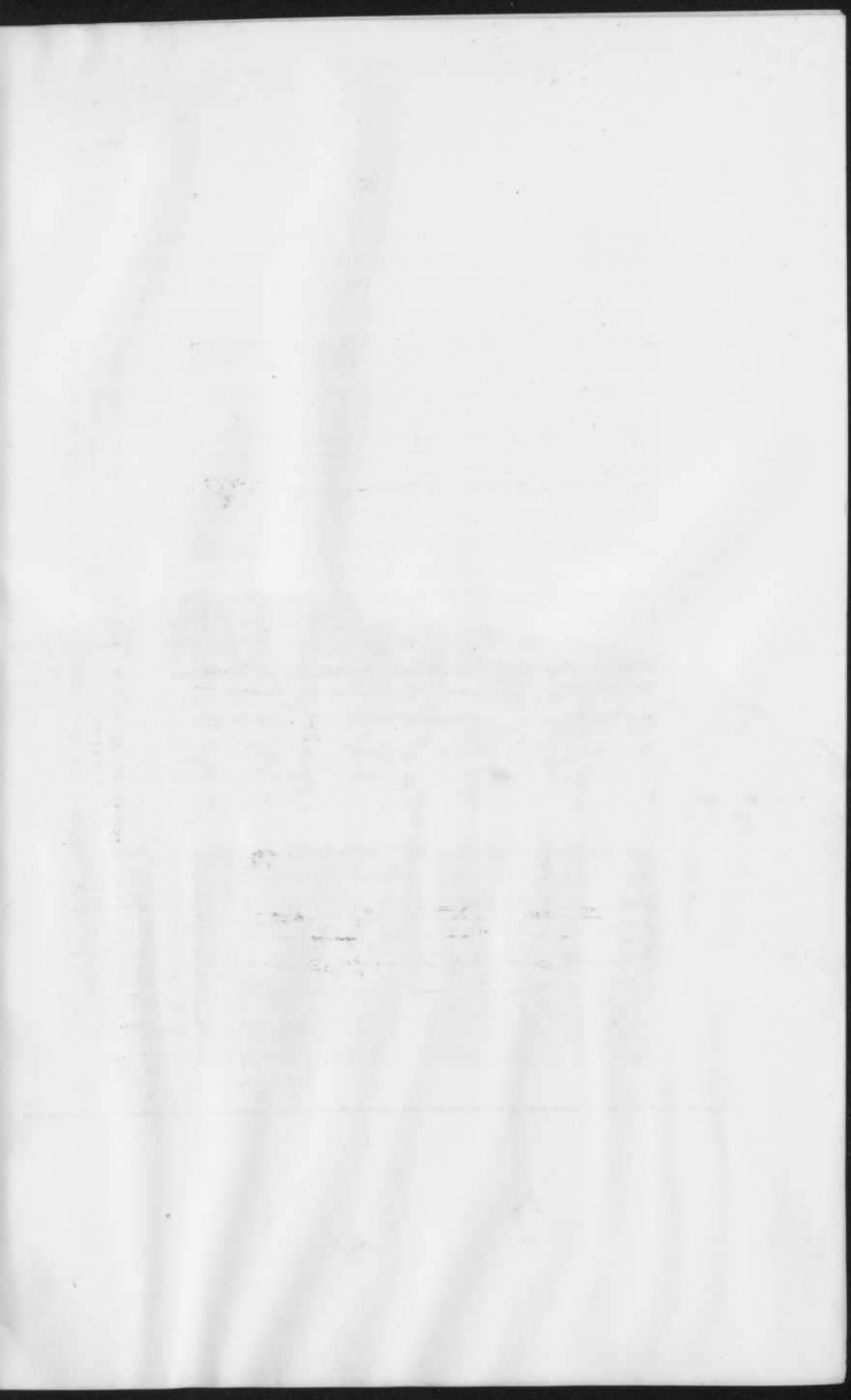
In fig. 22 zijn de deelen E, F en H van het zoo juist besproken nystagmogram weergegeven.

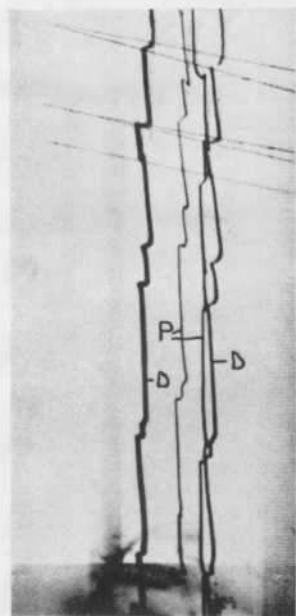
4). *Bij proefpersoon v. O.* is geprobeerd in hoeverre het mogelijk is, door het nemen van kleinere verschillen tusschen de opeenvolgende standen, een nauwkeuriger bepaling van het omslagpunt te verkrijgen. Zoo is hij vanuit de totale rugligging (d.w.z. lichaamsas 0° met horizon) in opeenvolgende standen, met 10° verschil gebracht in een stand, waarbij de lichaamsas een hoek van 40° met het horizontale vlak maakte. In alle standen is naar rechts gedraaid. In tabel IV is het resultaat van het nystagmogram verwerkt.

TABEL IV.

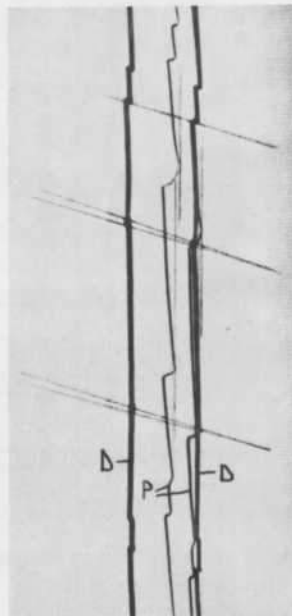
Proefpersoon v. O. in standen in rugligging met 10° verschil gedraaid naar rechts.
(Nystagmogram 49).

Gedeelte	Stand van de proefpersoon	Draairichting	Richting snelle phase				Amplitudo		Tijd per sec.	Snelheid per sec.	Aantal slagen per sec.
			hor.	vert.	diag. hoek	rot.					
49 A	rugligging 0° met horizon	rechts	links	boven	23°	links	Diag.	S. $2^\circ 15'$	0.04	$56^\circ 15'$	3
								L. 2°	0.30	$6^\circ 40'$	
							Rot.	S. $3^\circ 30'$	0.04	$87^\circ 30'$	
								L. 5°	0.30	$16^\circ 40'$	
49 B	rugligging 10° met horizon	rechts	enkel slagje links	boven	—	links	Vert.	S. 2°	0.03	$66^\circ 40'$	$1\frac{1}{4}$
								L. $2^\circ 15'$	0.84	$2^\circ 40'$	
							Rot.	S. 3°	0.03	100°	
								L. 5°	0.84	$5^\circ 58'$	
49 C	rugligging 20° met horizon	rechts	rechts	boven	26°	links	Diag.	S. 2°	0.04	50°	$2\frac{1}{2}$
								L. 2°	0.40	5°	
							Rot.	S. 7°	0.04	175°	
								L. 8°	0.40	20°	
49 D	rugligging 30° met horizon	rechts	rechts	boven	26°	links	Diag.	S. $2^\circ 30'$	0.03	$83^\circ 20'$	$1\frac{3}{4}$
								L. $2^\circ 30'$	0.54	$4^\circ 38'$	
							Rot.	S. $4^\circ 30'$	0.03	150°	
								L. 4°	0.54	$7^\circ 24'$	
49 E	rugligging 40° met horizon	rechts	rechts	boven	33°	links	Diag.	S. $2^\circ 30'$	0.02	125°	$1\frac{3}{4}$
								L. $2^\circ 30'$	0.54	$4^\circ 38'$	
							Rot.	S. 3°	0.02	150°	
								L. 3°	0.54	$5^\circ 33'$	

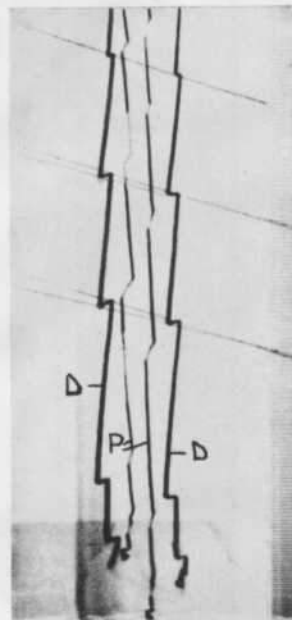




a.



b.



c.

Fig. 23 a. Nystagm. 49 A. Diagonale nystagmus naar links-boven, rotat. nystagmus naar links.
 b. " 49 B. Verticale nystagmus naar boven, rotat. nystagmus naar links.
 c. " 49 E. Diagonale nystagmus naar rechts-boven, rotat. nystagmus naar links.

Bij deze proefpersoon valt het omslagpunt bij een kleinere hoek tusschen de lichaamsas en het horizontale vlak waar te nemen, dan bij de voorgaanden. Reeds bij 10° is practisch gesproken de horizontale component nul en is af en toe nog een enkel onbeduidend slagje naar links op het nystagmogram waar te nemen, zooals men duidelijk aan de reproductie in fig. 23b ziet. Maakt de lichaamsas een hoek van 20° met het horizontale vlak (C), dan is de horizontale component van richting volledig omgekeerd en slaat naar rechts. Het moment van verticaal staan van de horizontale booggang moet dus tusschen de 10 en 20 graden in gelegen zijn. Ook hier is het moeilijk een verklaring te vinden voor de aanwezigheid van de verticale component.

Een reproductie van de deelen A, B en E van dit nystagmogram vindt men in fig. 23. In de deelen B en E ziet men een schijnbaar naar rechts gericht zijn van de rotatoire component, die in werkelijkheid naar links is geweest. De verklaring hiervoor ligt in het aanwezig zijn van een verticale component, zooals in het hoofdstuk: Moeilijkheden bij het maken en lezen der curven, uitvoerig is besproken.

5). Tot slot van de bespreking van de nystagmogrammen in deze reeks standen opgenomen, zullen de resultaten in tabelvorm meegedeeld worden van de proeven bij Br. genomen. De nystagmogrammen 38 en 39, welke in twee séances van Br. zijn gemaakt, zullen in één tabel te zamen worden gevat. Door kleine technische stoornissen zijn enkele deelen mislukt. In tabel V vindt men de nystagmogrammen 38 en 39 geanalyseerd.

TABEL V.

Proefpersoon Br. afwisselend naar links en naar rechts gedraaid in verschillende standen in rugligging.

(Nystagmogram 39 en 38).

Gedeelte	Stand van de proefpersoon	Draairichting	Richting snelle phase				Amplitudo		Tijd per sec.	Snelheid per sec.	Aantal slagen per sec.
			hor.	vert.	diag. hoek	rot.					
39 A	staand 90° met horizon	links	links	beneden	22°	—	Diag.	S. 3°30'	0.03	116°40'	3
								L. 3°30'	0.22	15°55'	
							Rot.	S. —	—	—	
								L. —	—	—	
39 B	staand 90° met horizon	rechts	rechts	boven	22°	—	Diag.	S. 2°30'	0.02	125°	4
								L. 2°30'	0.16	15°38'	
							Rot.	S. —	—	—	
								L. —	—	—	
39 C	rugligging 70° met horizon	links	links	beneden	18 1/2°	rechts	Diag.	S. 5°	0.02	250°	2 1/2
								L. 3°	0.26	11°32'	
							Rot.	S. 1°30'	0.02	75°	
								L. 1°	0.26	3°52'	
39 D	rugligging 70° met horizon	rechts	rechts	boven	26°	links	Diag.	S. 4°30'	0.03	150°	3
								L. 2°30'	0.16	15°38'	
							Rot.	S. 2°30'	0.03	83°20'	
								L. 1°31'	0.16	9°22'	
39 E	rugligging 50° met horizon	links	links	beneden	—	rechts	geen berekeningen, film vertraagd opgenomen				

39 F	rugligging 50° met horizon	rechts	links?	—	—	links	Hor.	S.	1°30'	0.02	75°	3
								L.	1°	0.11	9°06'	
							Rot.	S.	2°	0.02	100°	
								L.	3°	0.11	27°16'	
39 G	rugligging 40° met horizon	links	links	be- neden	20°	rechts	Diag.	S.	2°45'	0.02	137°30'	3
								L.	1°30'	0.12	12°30'	
							Rot.	S.	4°30'	0.02	225°	
								L.	2°30'	0.12	20°50'	
39 H	rugligging 40° met horizon	rechts	mislukt									
38 F	rugligging 30° met horizon	rechts	mislukt									
38 E	rugligging 30° met horizon	links	links	—	—	rechts	Hor.	S.	1°30'	0.03	50°	2½
								L.	2°30'	0.34	7°21'	
							Rot.	S.	3°	0.03	100°	
								L.	3°	0.34	8°49'	
38 D	rugligging 20° met horizon	rechts	links	—	—	links	Hor.	S.	1°30'	0.06	25°	5
								L.	1°30'	0.14	10°43'	
							Rot.	S.	8°	0.06	133°20'	
								L.	7°	0.14	50°	
38 C	rugligging 20° met horizon	links	links?	—	—	rechts	Hor.	S.	2°15'	0.04	56°15'	3½
								L.	2°15'	0.32	7°02'	
							Rot.	S.	3°	0.04	75°	
								L.	4°	0.32	12°30'	

38 B	rugligging 0° met horizon	rechts	links	—	—	links	Hor.	S	2°15'	0.08	28°08'	2 1/2
							L.	2°15'	0.46	4°54'		
							Rot.	S.	6°	0.08	75°	
								L.	6°30'	0.46	14°08'	
38 A	rugligging 0° met horizon	links	mislukt									

In deze reeks vindt men de omslag gelegen tusschen 20° en 30°. Eigenaardig is het paradoxale resultaat van de nummers 39 F en 38 C. In beide gevallen had men verwacht, dat de horizontale component niet naar links, doch naar rechts zou gericht zijn. Dat er een ver-gissing in het spel is, doordat de draairichting van de schijf niet na de voorgaande rotatie omgekeerd is ge-worden, is niet aan te nemen, omdat de rotatoire com-ponent in beide gevallen wel op de verwachte wijze aanwezig is.

Naast de proeven genomen in rugligging, zijn po-gingen aangewend nystagmogrammen te verkrijgen tij-dens rotatie, waarbij de proefpersoon in opeenvolgende standen vanuit de verticale stand in totale zijligging werd gebracht. Technisch leverde dit nogal moeilij-kheden op, doordat proefpersoon en camera in sommige standen dermate moeilijk te bereiken waren, dat de onderzoeker in abnormale houdingen de camera moest instellen en bedienen. Zoo gebeurde het dan ook vaak, dat de nystagmogrammen niet het gewenschte resul-taat hadden en voor verder gebruik ongeschikt waren. Toch is het mogen gelukken een aantal goede nystag-

mogrammen te verkrijgen, waarvan hieronder het resultaat wordt medegedeeld.

1). Als eerste in deze reeks is *proefpersoon Bo.* van staande houding in totale rechter-zijligging gebracht met tusschenstanden, waarbij de lichaamsas een hoek van 60° en 30° met het horizontale vlak maakte. Men mag dus zeggen, dat bij totale rechter-zijligging, in het algemeen bij elke totale zijligging, de proefpersoon om de verticaal geplaatste bi-temporale as gedraaid werd. In deze stand staan de vlakken van de horizontale booggangen verticaal, zoodat geen horizontale component verwacht kan worden. In de beide voorste verticale kanalen zal de endolymphestroom bij draaien naar rechts ampullopetaal gericht zijn en in de beide achterste verticale kanalen ampullofugaal. De langzame phase van de te verwachten verticale nystagmus is dus naar beneden gericht en de snelle phase naar boven.

In de staande houding zal in de verticale kanalen geen stroom optreden, omdat de draaiingsas evenwijdig is aan het vlak van deze kanalen, terwijl in de horizontale booggangen de endolymphestroom voor de rechter ampullopetaal en voor de linker ampullofugaal gericht zal zijn (gerekend bij draaien naar rechts). De snelle phase van de te verwachten horizontale component is dus naar rechts gericht. Voor de tusschenstanden mag men zoowel op een horizontale component met snelle slag naar rechts, als een verticale met snelle slag naar boven rekenen, zoodat de uiteindelijke nystagmus diagonaal zal verlopen en wel met de snelle phase naar rechts-boven. In de stand, lichaamsas 60° met horizon, zal de horizontale component overwegen en in de stand, lichaamsas 30° met het horizontale vlak, de verticale.

De resultaten van deze proefneming zijn in tabel VI weergegeven, waarin de nystagmogrammen 31 tot 33 tot het vormen van een geheel zijn samengevoegd.

TABEL VI.

Proefpersoon Bo. gedraaid naar rechts in verschillende standen in rechter zijligging.
(Nystagmogram 31 en 33).

Gedeelte	Stand van de proefpersoon	Draairichting	Richting snelle phase				Amplitudo		Tijd per sec.	Snelheid per sec.	Aantal slagen per sec.
			hor.	vert.	diag. hoek	rot.					
31 C	staande houding 90° met horizon	rechts	rechts	—	—	—	Hor.	S. 2°15'	0.05	90°	2 ¹ / ₂
								L. 2°15'	0.34	6°30'	
							Rot.	S. —	—	—	
								L. —	—	—	
33 C	rechter zijligging 60° met horizon	rechts	rechts	boven	33°	—	Diag.	S. 2°30'	0.04	62°30'	5
								L. 2°30'	0.18	13°54'	
							Rot.	S. —	—	—	
								L. —	—	—	
33 B	rechter zijligging 30° met horizon	rechts	rechts	boven	63°	—	Diag.	S. 1°30'	0.03	50°	4 ¹ / ₂
								L. 1°30'	0.20	7°30'	
							Rot.	S. —	—	—	
								L. —	—	—	
33 A	rechter zijligging 0° met horizon	rechts	—	boven	—	—	Vert.	S. 1°30'	0.02	75°	4
								L. 1°30'	0.34	4°25'	
							Rot.	S. —	—	—	
								L. —	—	—	

Zooals uit de tabel blijkt, is de nystagmusrichting in de verschillende standen overeenkomstig de richting, welke theoretisch verwacht kon worden. Bij nadere beschouwing van nystagmogram 33 C en B, ziet men, dat in beide gevallen de diagonale nystagmus nagenoeg loodrecht staat op de draaiingsas. Immers in de stand C, waarbij de lichaamsas een hoek van 60° maakt met het



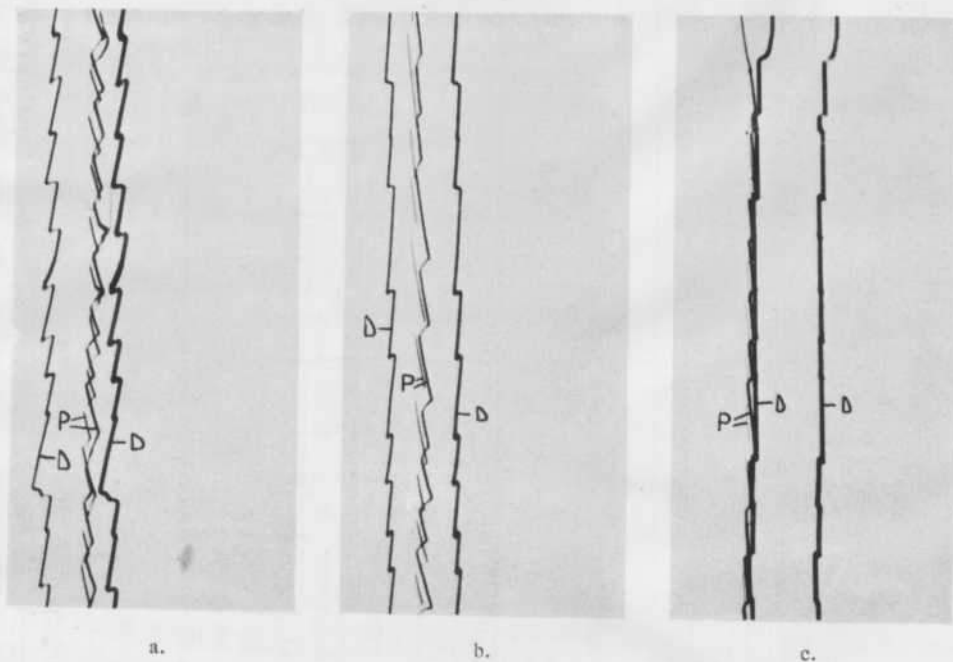


Fig. 24 a. Nystagm. 33 C. Diagonale nystagmus naar rechts-boven (33°).
 b. „ 33 B. Diagonale nystagmus naar rechts-boven (63°).
 c. „ 33 A. Verticale nystagmus naar boven.

horizontale vlak, vormt het vlak, waarin de in het spraakgebruik met horizontale nystagmus aangeduide oogbeweging verloopt, een hoek van 30° met de horizon. Anderszijds maakt de opgetreden diagonale nystagmus eveneens een hoek van ongeveer 30° met dit vlak, zoodat uiteindelijk de nystagmus evenwijdig verloopt aan het horizontale vlak, d.w.z. loodrecht stond op de verticale draaiingsas.

In fig. 24 vindt men een afbeelding van het nystagmogram 33, deelen C, B en A.

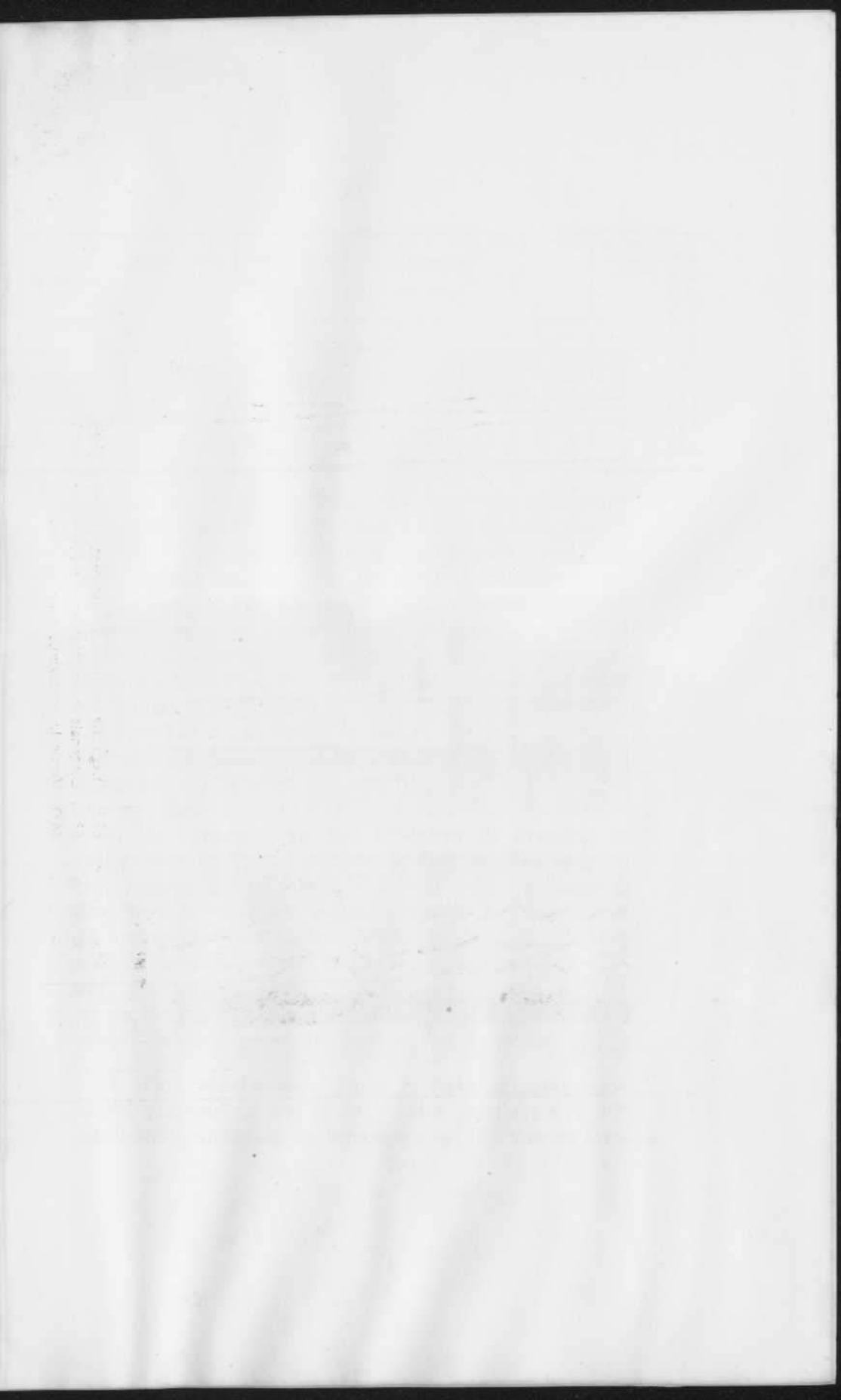
2). Een analoge proef is genomen met *proefpersoon D.*, die evenals Bo. naar rechts gedraaid werd, *doch van staande houding via tussenstanden van 60° en 30°* met het horizontale vlak niet naar rechter-zijligging, maar naar totale linker-zijligging werd gebracht. In de laatste stand zal tijdens het draaien naar rechts de stroom in de voorste verticale kanalen ampullofugaal en in de achterste verticale kanalen ampullopetaal gericht zijn. De snelle phase van de verticale component, die eveneens in de tussenstanden, waarbij de lichaamsas 60° en 30° met de horizon maakt, aanwezig zal zijn, zal naar beneden gericht wezen. De horizontale component blijft met de snelle phase naar rechts gericht en zal door het verticaal-staan van de horizontale booggangen bij totale linker-zijligging ontbreken. Gaat men nog een stand verder, zoodat weer het lichaam een hoek van 30° met het horizontale vlak maakt, maar nu met het hoofd lager gelegen dan de voeten (-30°), dan zal de endolymphestroom in de horizontale booggangen omkeeren en voor de rechter booggang niet meer ampullopetaal, doch ampullofugaal zijn. De snelle phase van de horizontale component zal dus nu naar links gericht zijn. In de stroomrichting van de verticale kanalen komt geen verandering.

Het resultaat van de proefneming bij D. vindt men in tabel VII.

TABEL VII.

Proefpersoon D. gedraaid naar rechts in verschillende standen in linker zijligging.
Tweemaal is de nystagmus geregistreerd. (Nystagmogram 53).

Gedeelte	Stand van de proefpersoon	Draairichting	Richting snelle phase				Amplitudo		Tijd per sec.	Snelheid per sec.	Aantal slagen per sec.
			hor.	vert.	diag hoek	rot.					
53 A	staande houding 90° met horizon	rechts	rechts	—	—	—	Hor.	S. 6°15'	0.04	156°15'	1 ³ / ₄
								L. 9°45'	0.50	19°30'	
							Rot.	S. —	—	—	
								L. —	—	—	
53 B	linker zijligging 60° met horizon	rechts	rechts	be-neden	31°	—	Diag.	S. 2°45'	0.03	91°40'	4 ¹ / ₂
								L. 2°15'	0.16	14°04'	
							Rot.	S. —	—	—	
								L. —	—	—	
53 C	linker zijligging 30° met horizon	rechts	rechts	be-neden	63 ¹ / ₂ °	—	Diag.	S. 1°	0.02	50°	6
								L. 1°15'	0.14	8°56'	
							Rot.	S. —	—	—	
								L. —	—	—	
53 D	linker zijligging (totaal) 0° met horizon	rechts	—	be-neden	—	—	Vert.	S. 2°15'	0.06	37°30'	3
								L. 1°30'	0.24	6°15'	
							Rot.	S. —	—	—	
								L. —	—	—	
53 E	idem als D. opname : <i>nà-nystagmus</i>	—	—	boven	—	—	Vert.	S. 5°15'	0.16	32°50'	2
								L. 5°15'	0.60	8°45'	
							Rot.	S. —	—	—	
								L. —	—	—	



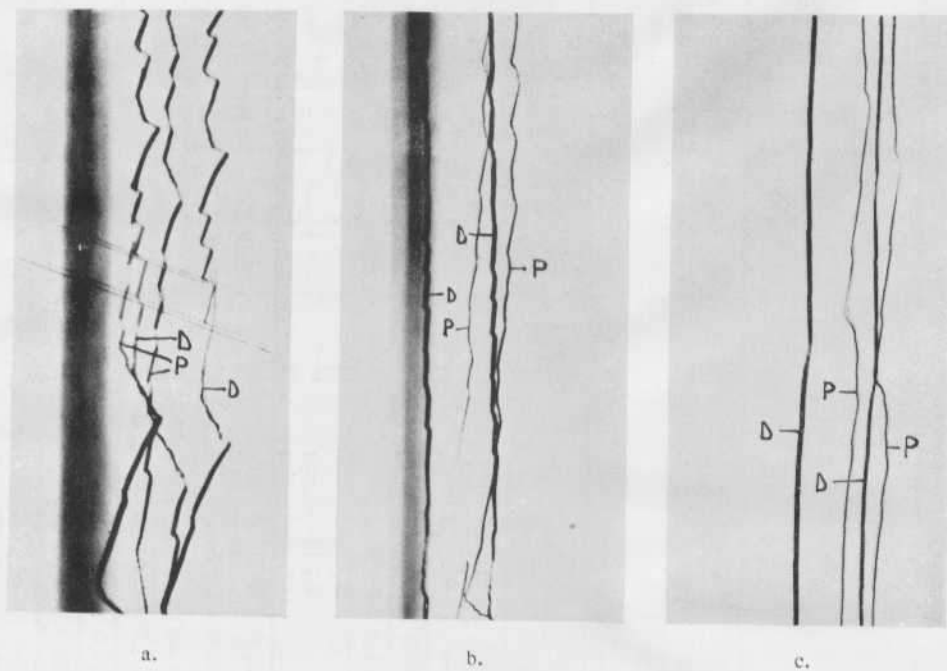


Fig. 25 a. Nystagm. 53 B. Diagonale nystagmus naar rechts-beneden (31°).
 b. „ 53 C. Diagonale nystagmus naar rechts-beneden (63°).
 c. „ 53 D. Verticale nystagmus naar beneden.

53 F	linker zijligging —30° met horizon	rechts	links	be- neden	63 $\frac{1}{2}$ °	—	Diag.	S.	2°30'	0.04	62°30'	enkele slag duidelijk te zien
								L.	2°30'	0.42	5°57'	
							Rot.	S.	—	—	—	
								L.	—	—	—	
53 G	idem als F. opname: <i>nā-nystagmus</i>	—	rechts	boven	63 $\frac{1}{2}$ °	—	Diag.	S.	0°30'	0.01	50°	eind papierstrook slechts één slag te zien
								L.	1°30'	0.18	8°20'	
							Rot.	S.	—	—	—	
								L.	—	—	—	

Zooals te verwachten was, is de diagonale nystagmus in de standen 60° en 30° naar rechts-beneden gericht, en trad in totale linker-zijligging een verticale nystagmus naar beneden op, terwijl in de stand: lichaamsas —30° een omkeer van de horizontale component plaats vond. Wanneer men in fig. 25 de reproductie van deel D beziet, dan volgt op de langzaam optredende langzame phase naar boven een snelle slag naar beneden, waarop een drietal nystagmusslagen volgen met een snelle phase van zeer kleine amplitudo. In deel C zijn enkele forsche verticale slagen te zien, waarop een salvo van kleine diagonale slagen volgt met een frequentie van 6 slagen per seconde.

Na het opnemen van deel D tijdens de draaiing, is snel gestopt en de postrotatoire nystagmus geregistreerd. Het nystagmogram leende zich niet voor reproductie, doch leverde voldoende gegevens op om de omkeer van de nystagmus waar te nemen. Evenzoo is deel G opgenomen na snel stoppen in de stand: lichaamsas —30° met de horizon. Door het afloopen van de papierstrook is slechts één slag geregistreerd, echter voldoende om de richting van de nystagmus vast te stellen.

3). Ook *proefpersoon St.* is in *linkerzijligging* naar *rechts gedraaid* en wel in de standen lichaamsas + 30° totale linker-zijligging en lichaamsas — 30°. Van de laat-

ste twee standen is tevens de postrotatoire nystagmus opgenomen. Het resultaat der proefneming vindt men in tabel VIII weergegeven.

TABEL VIII.

Proefpersoon St. in verschillende standen in linker zijligging gedraaid naar rechts.
(Nystagmogram 55).

Gedeelte	Stand van de proefpersoon	Draairichting	Richting snelle phase				Amplitudo		Tijd per sec.	Snelheid per sec.	Aantal slagen per sec.	
			hor.	vert.	diag. hoek	rot.						
55 A	linker zijligging + 30° met horizon	rechts	rechts	beneden	56 1/2°	—	Diag.	S.	1°30'	0.02	75°	salvo 6
								L.	1°15'	0.10	12°30'	
							Rot.	S.	—	—	—	
								L.	—	—	—	
55 B	linker zijligging (totaal) 0° met horizon	rechts	—	beneden	—	—	Vert.	S.	2°15'	0.02	112°30'	salvo 6
								L.	1°30'	0.16	9°22'	
							Rot.	S.	—	—	—	
								L.	—	—	—	
55 C	idem als B opname: <i>na-nystagmus</i>	—	—	boven	—	—	Vert.	S.	2°15'	0.04	56°15'	2 1/2
								L.	3°45'	0.16	23°26'	
							Rot.	S.	—	—	—	
								L.	—	—	—	
55 D	linker zijligging — 30° met horizon	rechts	mislukt									
55 E	idem als D opname: <i>na-nystagmus</i>	—	rechts	boven	50°	—	Diag.	S.	2°30'	0.04	62°30'	2 1/2
								L.	2°45'	0.54	10°11'	
							Rot.	S.	—	—	—	
								L.	—	—	—	



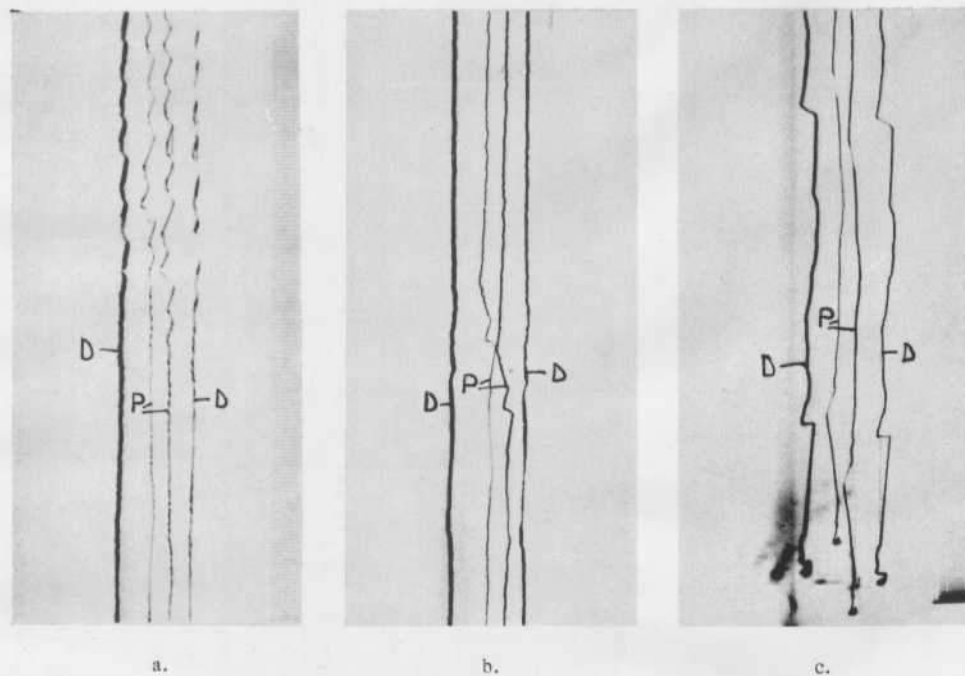


Fig. 26 a. Nystagm. 55 A. Diagonale nystagmus naar rechts-beneden ($56\frac{1}{2}^{\circ}$).
 b. " 55 B. Verticale nystagmus naar beneden.
 c. " 55 E. Na-nystagmus naar rechts-boven (50°).

In fig. 26 ziet men een reproductie van de deelen A, B en E. Opvallend was bij deze proefpersoon, dat gedurende het draaien de oogen langen tijd stil bleven staan, waarop plotseling een salvo van fijne nystagmus-slagen volgde. Zoo ziet men dit in deel A. Ook deel B vertoonde een dergelijk salvo, doch had voordien een enkele alleenstaande slag, waarvan de amplitudo grooter was. Eén van deze slagen is afgebeeld. Helaas is de opname van de stand -30° met het horizontale vlak, waarbij men een omkeer van de horizontale component mocht verwachten, mislukt. Duidelijk is echter de ná-nystagmus van deze rotatie, die in fig. 26c is weergegeven. Deze postrotatoire nystagmus is gericht naar rechts-boven en tegengesteld aan de richting van de nystagmus tijdens rotatie, zoodat hieruit opgemaakt zou mogen worden, dat de laatste naar links-beneden gericht is geweest, overeenkomstig hetgeen te verwachten was. De horizontale component zou dus van richting omgekeerd zijn.

Zoowel uit tabel VII als uit tabel VIII ziet men, dat de nystagmus in alle gevallen loodrecht gestaan heeft op de draaiingsas. In staande houding trad een horizontale nystagmus op, waarvan het vlak loodrecht stond op de draaiingsas. Is het lichaam 90° van stand veranderd, dan is ook de nystagmus 90° gedraaid en is verticaal geworden. In de tusschenliggende standen is de hoek, waaronder de diagonale nystagmus verloopt zoodanig, dat steeds de nystagmus loodrecht blijft op de draaiingsas, zooals op blz. 95 nader uiteen gezet is. In andere bewoordingen: men mag zeggen, *dat bij de rotaties met de zoo juist beschreven standen de as, waarom de reflectoire oogbewegingen gemaakt werden, steeds loodrecht stond op het draaiingsvlak, of m.a.w. evenwijdig was aan de draaiingsas.*

4). Tot slot van de bespreking van deze rotatieproeven mogen de resultaten vermeld worden van de

proefneming bij W. genomen. Deze proefpersoon is evenals de voorgaande in linker-zijligging gebracht, doch nu is naar links geroteerd geworden. De te verwachten verticale component zal, wat betreft de snelle fase, naar boven gericht zijn. Van staande houding tot totale linker-zijligging zal de richting van de snelle fase van de horizontale component naar links zijn en in de stand — 30°, waarbij het hoofd lager ligt dan de voeten, naar rechts.

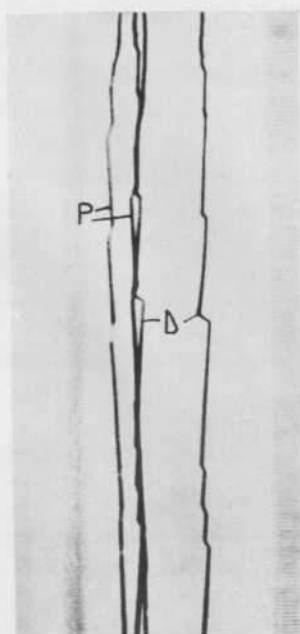
In tabel IX zijn de gevonden waarden weergegeven.

TABEL IX.

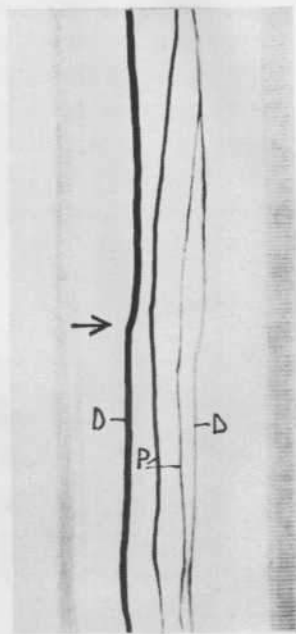
Proefpersoon W. in verschillende standen in linker zijligging gedraaid naar links.
(Nystagmogram 57).

Gedeelte	Stand van de proefpersoon	Draairichting	Richting snelle phase				Amplitudo		Tijd per sec.	Snelheid per sec.	Aantal slagen per sec.
			hor.	vert.	diag. hoek	rot.					
57 B	linker zijligging — 30° met horizon	links	rechts	boven	63 1/2°	—	Diag.	S. 2°30'	0.04	62°30'	2
							L.	2°	0.40	5°	
							Rot.	S. —	—	—	
							L.	—	—	—	
57 A	linker zijligging (totaal) 0° met horizon	links	—	boven	—	—	Vert.	S. 3°	0.10	30°	3 1/2
							L.	1°	0.14	7°09'	
							Rot.	S. —	—	—	
							L.	—	—	—	
57 C en D	linker zijligging + 30° met horizon	links	links	boven	—	—	slechts aanduiding van een snelle slag te zien, waaruit de richting te bepalen viel.				
57 E	linker zijligging + 60° met horizon	links	geen uitslagen								





a.



b.

Fig. 27 a. Nystagm. 57 B. Diagonale nystagmus naar rechts-boven ($63\frac{1}{2}^{\circ}$).

b. „ 57 D. Bij pijl aanduiding van een snelle slag naar links-boven.

Opvallend is het, dat in de laatste twee standen praktisch geen nystagmus was op te wekken. Dit is dan ook de reden, waarom de draaiing in de stand $+ 30^\circ$ met het horizontale vlak herhaald is; doch ook de tweede keer was het resultaat gering. Er is een aanduiding van een snelle slag te zien, maar zoo weinig, dat berekeningen uitgesloten zijn. Men ziet het nystagmogram D in fig. 27b afgebeeld. Bij de pijl is het snelle slagje zichtbaar. Mogelijk moet de oorzaak in een technische stoornis gezocht worden. Door het geregeld slippen van de koppeling liep de draaischijf bij deze proef nogal onregelmatig. Een andere verklaring is op het oogenblik niet te geven.

B. Nystagmogrammen opgenomen na calorische prikkeling.

Voordat wordt overgegaan tot de bespreking van de nystagmogrammen, die bij enkele proefpersonen opgenomen zijn na calorische prikkeling van het labyrinth, zal eerst een beknopte uiteenzetting gegeven worden van de verschillende theorieën, die een verklaring geven over het tot stand komen van de nystagmus na uitspuiten van het oor met water onder of boven lichaamstemperatuur.

Een van de eersten, die over dit onderwerp geschreven heeft, is Bárány¹⁾ geweest. Het was hem door een uitgebreide reeks van onderzoeken opgevallen, dat de vorm en de richting van de calorische nystagmus zeer afhankelijk is van de stand van het hoofd en dat de opgewekte nystagmus tijdens wijziging in de stand van het

hoofd eveneens van vorm en richting verandert en wel in dien zin, dat bij een bepaalde hoofstand een bepaalde vorm van nystagmus behoort. Hierdoor kon hij niet aannemen, dat vaatreflexen de oorzaak van de nystagmus waren. Evenmin kon het de druk van het water in de gehoorgang zijn, omdat, wanneer het water een temperatuur had gelijk aan de lichaamstemperatuur, er geen nystagmus viel op te wekken al werd er nog zooveel water door de gehoorgang gespoten. Ook verschillen in de oogspierspanningen bij standsverandering van het hoofd wees hij als oorzaak van de hand. Het meest aannemelijk was als oorzaak aan te nemen, dat door *partieele afkoeling van de inhoud van het labyrinth stroomingen in de booggangen ontstonden*. Door de afkoeling van de endolympe van het meest laterale deel van een booggang wordt de endolympe zwaarder en zakt naar beneden, waardoor een stroom gevormd wordt. Dit verklaart tevens, dat bij een verandering van de hoofstand van 180° de nystagmus van richting omkeert, en wel, doordat het laagste punt van de booggang nu boven is komen te liggen, zoodat de endolympe stroom in omgekeerde richting loopt. Bij het gebruik van water met een temperatuur boven 37° zal een stijging van de endolympe in het laterale deel van de booggang plaats vinden, doordat het soortelijk gewicht lager wordt. Vandaar, dat bij warm water de nystagmus in een bepaalde hoofstand opgewekt, tegengesteld is aan de nystagmus, opgewekt door uitspuiten van het oor met koud water. In practisch alle gevallen vond Bárány bij zijn proeven dié nystagmus, welke door de theoretische beschouwing te verwachten was.

Brünings⁸⁾ bouwde op de theorie van Bárány verder. Andere verklaringen als de directe thermische prikkel op de zenuwelementen of de beïnvloeding van de intra-labyrinthaire druk door hyperaemie of anaemie tengevolge van de calorische prikkel, liet hij varen en

dacht zich, evenals Bárány dit gedaan had, het totstandkomen van de nystagmus gelegen in endolymphestroomen door de afkoeling of verwarming van het laterale deel van het labyrinth opgewekt, op analoge wijze als dit bij de draaiproeven het geval is. Brünings ging nu in een ringvormige buis de stroomingsmogelijkheden na in verschillende standen en vond zoo een optimumstand, waarbij de stroom het sterkst is na afkoeling en een pessimumstand, waarbij er practisch geen stroom ontstaat in de ring. De sterkste stroom zal ontstaan, wanneer de ring verticaal geplaatst wordt en de afkoeling zuiver van opzij plaats vindt. Afkoeling van boven of van onder af doet geen stroom ontstaan en evenmin zal een stroom optreden, wanneer de ring horizontaal geplaatst wordt. Dit zelfde bracht hij over op de horizontale booggang en bepaalde de hoeveelheid water van 27° met behulp van een z.g. *oto-kalorimeter*, die noodig was om juist een nystagmus op te wekken in de stand, waarbij het horizontale kanaal verticaal geplaatst was, enkele tusschenstanden en de stand, waarbij hetzelfde kanaal horizontaal stond. In de eerste stand was betrekkelijk weinig water noodig en in de laatste was, al werd er nog zoo veel water in het oor gespoten, geen nystagmus op te wekken.

Door de anatomische verhoudingen in de trommelholte vindt bij verticaal geplaatst horizontaal kanaal (door het hoofd 60° achterover te bewegen) de afkoeling plaats van schuin boven af. Maximaal wordt de stroom, wanneer de afkoeling zuiver van opzij plaats vindt, zoodat wanneer men de sterkste stroom in het kanaal wil opwekken, men het hoofd, na het 60° achterover bewogen te hebben, nog 45° moet neigen naar de kant, welke uitgespoten is.

In een latere publicatie komt Brünings⁹⁾ zoo tot het benoemen van de volgende standen:

optimumstand I: hoofd 60° achterover.

„ II: hoofd 60° achterover en 45° neigen naar gespoelde kant.

pessimumstand I: hoofd 30° voorover.

„ II: hoofd 60° achterover en 45° neigen naar niet-gespoelde kant.

Leisse³⁶⁾ heeft hieraan nog een pessimumstand toegevoegd. Na theoretische overwegingen over het voortgeleiden van de koude prikkel langs een compacte beenbrug van de gehoorgangswand naar het horizontale kanaal vond hij een stand voor het hoofd, waarbij dit punt van het kanaal het laagst lag, zoodat een strooming uitgesloten was. Deze stand was totale zijligging met het hoofd 30° gewend naar de onderliggende schouder, terwijl het onderliggende oor werd uitgespoten. Het was hem niet mogelijk in deze stand een horizontale nystagmus op te wekken.

Enkele jaren later gaat Kobrak²⁹⁾ er toe over de sterke calorische prikkel, die Bárány en Brünings gebruikten, vaarwel te zeggen en zwakke prikkels van 5 cc water van 27° toe te passen („Schwachreiz-Methode”), omdat in het algemeen een te sterke prikkel de reactie remt en niet ten volle tot zijn recht doet komen. Door zwakke prikkels kwamen de verschillende bijzonderheden van de labyrinth-reactie beter tot uiting en zoo vond hij onder meer, dat naast de typische kontra-laterale nystagmus ook een homo-laterale nystagmus onder bijzondere omstandigheden kon optreden. De stroomingstheorie gaf hem voor vele dingen een onvoldoende verklaring, zoodat hij kwam tot de *vasculaire theorie*. Door de afkoeling in de gehoorgang ontstaat plaatselijk een anaemie, die een hyperaemie veroorzaakt in het labyrinth. Tengevolge van deze hyperaemie vindt lymfhe-afvloed plaats, die door druk invloed uitoefent op het zintuigepitheel. In een latere publicatie³⁰⁾ deelt hij de gang van de labyrinth-reactie in

een vijftal zônes in. Bij het zoeken naar een verklaring voor schijnbaar tegenstrijdige waarnemingen, als het optreden van een homo- in plaats van een hetero-laterale oogbeweging, neemt Kobrak aan, *dat alle prikkels bij calorische prikkeling van het labyrinth uitgaan en centraal een tonusverandering te weeg brengen*. Zoo ontstaat een verbreking van het evenwicht tusschen verschillende centra, dat naar de eene of andere zijde kan overslaan.

Grahe²³⁾ heeft de methodiek van Kobrak overgenomen en de uitkomsten getoetst aan die, welke hij verkreeg met sterke calorische prikkels. Heel vaak vond hij overeenkomst. Later²⁴⁾ veranderde hij de techniek door niet meer op zij te laten kijken, doch recht vooruit, terwijl de patient de bril van Bartels droeg (een bril met glazen van + 20 D., zoodat fixeeren bemoeilijkt wordt en toch de onderzoeker de oogbewegingen goed kan waarnemen). Hierdoor waren optische invloeden uitgeschakeld. Deze methode heeft hij ook aangegeven in zijn monographie²⁵⁾ bij de bespreking van de onderzoeksmethoden van het labyrinth. In een kritiek op Kobrak's theorie deelde Grahe²⁴⁾ zijn bevindingen mede overgenomen proeven met adrenaline-spoelingen. Zoolang de adrenaline-oplossing lichaamstemperatuur had, was geen nystagmus op te wekken, niettegenstaande de duidelijk optredende anaemie. Dit was een krachtig argument tegen de vaattheorie. In een latere kritiek deelde Grahe²⁵⁾ mede, dat hij de stroomings-theorie van Bárány trouw bleef. De vaattheorie gaf hem geen verklaring voor het veranderen van de nystagmus, wanneer de stand van het hoofd gewijzigd werd. Een ander deel van Kobrak's theorie, dat remming van de nystagmus, zooals dat bij het uitspuiten met groote hoeveelheden koud water kan optreden, van labyrinthaire oorsprong zou zijn, wees Grahe eveneens van de hand en nam hiervoor centrale oorzaken aan buiten het labyrinth om.

Ook Eckert¹⁸⁾ verwerpt de theorie van Kobrak op analoge gronden als Grahe gedaan heeft.

Blumenthal³⁾ kan de stroomingstheorie voor calorische prikkels niet aannemen, omdat de nystagmus niet in het vlak verloopt, waarin de vloeistofstroom zich beweegt, zooals dit wel steeds het geval is bij nystagmus door rotatie opgewekt. Hij neemt aan, dat naast veranderingen in de tonus van de labyrinthvaten, veroorzaakt door de calorische prikkel, ook een directe thermische invloed op het zintuigepitheel plaats vindt.

Borries⁴⁾ nam aan, dat de calorische nystagmus een uiting was van een algemeene labyrinthreactie, waarbij zoowel de maculae als de cristae werkzaam waren. Volgens hem is het aanwezig zijn van de halfcirkelvormige kanalen niet noodig voor het opwekken van een calorische nystagmus. De afhankelijkheid van de stand van het hoofd voor het optreden van een bepaalde vorm van nystagmus zou berusten op een otolithen werking.

Het waren Maier en Lion⁴³⁾, die een overtuigend bewijs voor de stroomingstheorie konden aanvoeren. Niet alleen in glascapillairen, gevuld met keukenzoutoplossing, waarin erythrocyten zweefden, konden zij bij afkoeling of verwarming stroomen aantoonen, ook in praeparaten met vrijgelegd vliezig labyrinth konden zij microscopisch stroomen waarnemen en de snelheid hiervan meten. Zelfs gelukte het aan hen bij een levende duif een booggang vrij te leggen en de tegengestelde stroomingen van de endolympe door afkoeling of verwarming van de gehoorgang te zien.

Het is vanzelfsprekend, dat er *metingen zijn verricht om na te gaan of werkelijk een afkoeling van het labyrinth plaats vindt*. Zoo hebben Schmaltz en Völger⁶²⁾ bij patienten, die een antrotomie ondergaan hadden, met thermoelementen kunnen aantoonen, dat inderdaad de temperatuur van de booggang afnam na uitspuiten van de gehoorgang met koud water. Tijdens het

dalen van de temperatuur trad nystagmus op, die bij het meestal langzaam weer stijgen verdween.

Dat omgekeerd calorische prikkeling van het labyrinth invloed kan uitoefenen op de vaattonus van b.v. de neus, kon Muck⁴⁰⁾ aantoonen, die na calorische prikkeling van een labyrinth aan dezelfde zijde zijn „Adrenalin-sondenversuch” positief vond. Bij doofstommen, die labyrinthair niet prikkelbaar waren, was ook de reactie in de neus negatief. Muck ziet hierin een juistheid van Kobrak's vasculaire theorie.

Güttich²⁷⁾ vond bij een reeks van patienten met eenzijdige labyrinthstoornis een mindere gevoeligheid voor koude en warmte aan de zieke zijde. Omgekeerd waren zij, die een overprikkeld labyrinth hadden, overgevoelig aan de zieke kant voor koude of warmte.

De Kleyn²⁸⁾ heeft er nog eens op gewezen, dat een calorisch onderzoek van een labyrinth niet volledig is, wanneer in één hoofdstand met alleen koud water geprikkeld wordt. Sensibele prikkels kunnen centraal een nystagmus te voorschijn roepen, terwijl het labyrinth, dat geprikkeld wordt, in werkelijkheid onprikkelbaar is. Men moet het labyrinth dus in verschillende standen en zoowel met warm als met koud water prikkelen om zeker te wezen, dat de te voorschijn komende reacties van labyrinthaire oorsprong zijn.

Bij het onderzoek van proefpersonen na calorische prikkeling van één van de labyrinthen werd in het bijzonder gelet op de stand van het labyrinth gedurende de prikkeling en in verband hiermede nagegaan, wat voor vorm van nystagmus verwacht kon worden, wanneer aangenomen wordt, dat de oorsprong van de calorische nystagmus berust op endolympe-stroomingen in de verschillende booggangen.

1). *Proefpersoon v. O. werd in volkomen rugligging gebracht en het rechteroor met 10 cc koud water uitgespoten.* In deze stand maakt het rechter horizontale kanaal een hoek van 15° — 30° met de verticaal. Wordt het laterale deel van de booggang afgekoeld dan zal een ampullofugale stroom ontstaan, die een horizontale nystagmus naar links ten gevolge heeft. De vlakken van de verticale kanalen liggen zoodanig, dat wanneer de afkoeling zuiver van opzij aangrijpt, er geen stroom in de kanalen kan optreden. Anatomische verschillen laten altijd de mogelijkheid open, dat de afkoeling niet zuiver opzij plaats vindt, zoodat een stroom in de een of andere richting mogelijk wordt. Na het nystagmogram in deze stand opgenomen te hebben, werd eenige tijd gewacht en de proefpersoon vervolgens in zoodanige rugligging gebracht, dat de lichaamsas een hoek van 30° met het horizontale vlak maakte. Weer werd het rechteroor met 10 cc koud water uitgespoten en een nystagmogram opgenomen. Op analoge wijze werd gehandeld in de stand: lichaamsas 60° met het horizontale vlak en in staande houding. Men mag verwachten, dat in de opeenvolgende standen de horizontale component van de nystagmus zal afnemen, doordat het horizontale kanaal steeds meer in horizontale stand komt en het moeilijker wordt door afkoeling een stroom in dat kanaal te doen ontstaan. In de verticale kanalen zal, voor zoover zij door de afkoeling bereikt worden, een ampullopetale stroom ontstaan, die sterker wordt, naarmate de staande houding bereikt wordt. Zoo kan een verticale of rotatoire component naar links verwacht worden.

In tabel X is de analyse van het nystagmogram weergegeven.

TABEL X.

Proefpersoon v.O. In verschillende standen in rugligging is het rechter labyrint met koud water geprikkeld.
(Nystagmogram 45).

Gedeelte	Stand van de proefpersoon	Calor. prikkel	Richting snelle phase				Amplitudo		Tijd per sec.	Snelheid per sec.	Aantal slagen per sec.	
			hor.	vert.	diag. hoek	rot.						
45 A	rugligging 0° met horizon	r. oor 10 cc koud	links	boven	14°	—	Diag.	S.	5°	0.04	125°	3
								L.	4°	0.30	13°20'	
							Rot.	S.	—	—	—	
								L.	—	—	—	
45 B	rugligging 30° met horizon	r. oor 10 cc koud	links	boven	50°	—	Diag.	S.	1°45'	0.02	87°30'	2 ³ / ₄
								L.	2°15'	0.30	7°30'	
							Rot.	S.	—	—	—	
								L.	—	—	—	
45 C	rugligging 60° met horizon	r. oor 15 cc koud	Enkele verticale snelle slagen naar boven te zien. Vermoedelijk bij uitspuiten trommelvlies niet goed geraakt.									
45 D	staande houding 90° met horizon	r. oor 20 cc koud	links	boven	53°	—	Diag.	S.	1°45'	0.04	43°45'	2 ¹ / ₂
								L.	1°45'	0.32	5°28'	
							Rot.	S.	—	—	—	
								L.	—	—	—	

Zooals in tabel X te zien is, is de snelle phase van de horizontale component inderdaad naar links gericht. Van een rotatoire component is niets gevonden. Wel is in alle standen een verticale component aanwezig, die naar-

mate de staande houding meer genaderd wordt, in grootte toeneemt, zoodat in staande houding de verticale component zelfs sterker is dan de horizontale. Wil men door rotatie een verticale nystagmus naar boven verkrijgen, dan moet men zorgen dat in het voorste verticale kanaal de endolymph-stroom ampullopetaal en in het achterste verticale kanaal ampullofugaal gericht is. Wanneer men dit wil doorvoeren ook voor de calorische nystagmus, dan zou in dit geval de endolymph-stroom in het voorste kanaal ook ampullopetaal en in het achterste ampullofugaal zijn geweest. In fig. 28 vindt men een afbeelding van de deelen A, B en D van dit nystagmogram.

2). Een zelfde proef is gedaan met *proefpersoon L.S.B.*, die in dezelfde standen als v. O. calorisch geprikkeld is geworden, doch nu door *uitspuiten van het linkeroor met koud water*. Men mag dus verwachten, dat een horizontale nystagmus ontstaat met de snelle phase naar rechts en eventueel een rotatoire component, eveneens met de snelle phase naar rechts gericht. In een volgende séance is de proefpersoon nog in een stand verder geprikkeld n.l. in buikligging, zoodanig, dat de lichaamsas een hoek van 60° maakte met het horizontale vlak. In deze stand ligt het horizontale kanaal ten naaste bij horizontaal, zoodat men verwachten mag geen of een geringe horizontale component te zien optreden. Inderdaad kostte het veel moeite bij de proefpersoon in deze stand een nystagmus te doen ontstaan. Eerst na het gebruik van 120 cc koud water werd de nystagmus zichtbaar.

De resultaten van de analyse van het nystagmogram zijn in tabel XI ondergebracht, waaraan tevens het later opgenomen nystagmogram is toegevoegd.

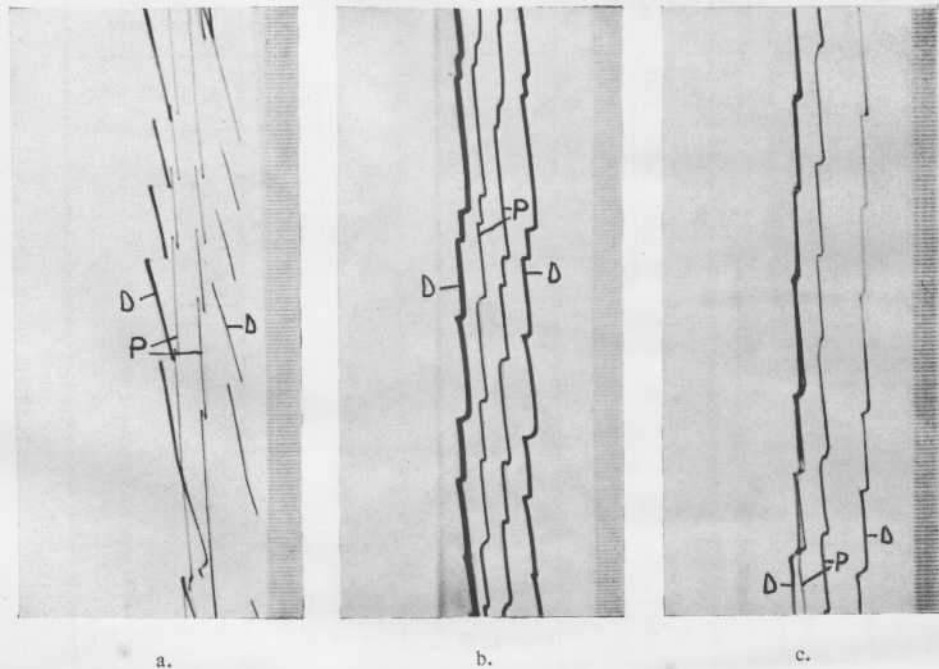


Fig. 28 a. Nystagm. 45 A. Diagonale nystagmus naar links-boven (calor. prikkel).
 b. „ 45 B. Diagonale nystagmus naar links-boven (calor. prikkel).
 c. „ 45 D. Diagonale nystagmus naar links-boven (calor. prikkel).

The first of these is the fact that the
 system is not a simple one. It is a
 complex one, and it is not possible to
 describe it in a few words. It is a
 system of many parts, and it is not
 possible to describe it in a few words.

The second of these is the fact that the
 system is not a simple one. It is a
 complex one, and it is not possible to
 describe it in a few words. It is a
 system of many parts, and it is not
 possible to describe it in a few words.

The third of these is the fact that the
 system is not a simple one. It is a
 complex one, and it is not possible to
 describe it in a few words. It is a
 system of many parts, and it is not
 possible to describe it in a few words.

The fourth of these is the fact that the
 system is not a simple one. It is a
 complex one, and it is not possible to
 describe it in a few words. It is a
 system of many parts, and it is not
 possible to describe it in a few words.

The fifth of these is the fact that the
 system is not a simple one. It is a
 complex one, and it is not possible to
 describe it in a few words. It is a
 system of many parts, and it is not
 possible to describe it in a few words.

The sixth of these is the fact that the
 system is not a simple one. It is a
 complex one, and it is not possible to
 describe it in a few words. It is a
 system of many parts, and it is not
 possible to describe it in a few words.

The seventh of these is the fact that the
 system is not a simple one. It is a
 complex one, and it is not possible to
 describe it in a few words. It is a
 system of many parts, and it is not
 possible to describe it in a few words.

The eighth of these is the fact that the
 system is not a simple one. It is a
 complex one, and it is not possible to
 describe it in a few words. It is a
 system of many parts, and it is not
 possible to describe it in a few words.

TABEL XI.

Proefpersoon L.S.B. In rug- en in buikligging is het linker labyrinth met koud water geprikkeld.

(Nystagmogram 46 en 47).

Gedeelte	Stand van de proefpersoon	Calor. prikkel	Richting snelle phase				Amplitudo			Tijd per sec.	Snelheid per sec.	Aantal slagen per sec.
			hor.	vert.	diag. hoek	rot.						
46 A	rugligging 0° met horizon	l. oor 10 cc koud	rechts	—	—	—	Hor.	S.	4°45'	0.03	158°40'	2 1/4
								L.	6°	0.36	16°40'	
							Rot.	S.	—	—	—	
								L.	—	—	—	
46 B	rugligging 30° met horizon	l. oor 10 cc koud	rechts	—	—	—	Hor.	S.	3°	0.02	150°	2 1/4
								L.	3°	0.42	7°09'	
							Rot.	S.	—	—	—	
								L.	—	—	—	
46 C	rugligging 60° met horizon	l. oor 20 cc koud	rechts	—	—	rechts	Hor.	S.	4°30'	0.02	225°	2
								L.	3°	0.32	9°22'	
							Rot.	S.	1°30'	0.02	75°	
								L.	1°	0.32	3°08'	
46 D	staande houding 90° met horizon	l. oor 20 cc koud	rechts	—	—	rechts	Hor.	S.	3°	0.03	100°	1 1/4
								L.	3°	0.70	4°17'	
							Rot.	S.	1°	0.03	33°20'	
								L.	—	—	—	
47 F	buikligging 60° met horizon	l. oor 120 cc koud	rechts	—	—	rechts	Hor.	S.	5°15'	0.06	87°30'	3/4
								L.	8°15'	1.10	7°30'	
							Rot.	S.	1°30'	0.06	25°	
								L.	0°30'	1.10	0°27'	

In de beide eerste standen is alleen een horizontale nystagmus naar rechts opgetreden en wel van een volkomen zuiver type. Wanneer men de reproductie van deel B van het nystagmogram in fig. 29b beziet, dan valt de volkomen rechte loop van beide prisma-curven op. Des te mooier is deze curve, omdat tijdens de nystagmus het oog om een stilstaand middelpunt heen en weer gegaan is. Vaak ziet men, vooral bij de rotatieproeven, dat het middelpunt, waarom de oogbewegingen plaats vinden, hetzij naar links of naar rechts, hetzij naar boven of beneden zich verplaatst, doch hier is het onveranderd gebleven. Eerst wanneer de lichaamsas in rugligging 60° met het horizontale vlak maakt, treedt de verwachte rotatoire component naar rechts op, die echter, ook in de volgende standen, steeds op de achtergrond blijft. Zooals reeds opgemerkt is, moest in buikligging (lichaamsas 60° met horizon) een belangrijk sterkere prikkel aangewend worden om uiteindelijk een nystagmus te zien optreden. Het resultaat is dan nog van dien aard, dat de frequentie zeer gering blijft. Gaat men nog eens de op-eenvolgende standen na, dan ziet men de amplitudo van de horizontale component geregeld afnemen evenals de frequentie. In fig. 29 vindt men naast deel B ook een weergave van deel A en C van dit nystagmogram.

3). Tot slot van deze calorische proeven zullen de resultaten medegedeeld worden van het opnemen van de nystagmus bij *proefpersoon v. B.* Het ging er bij hem om, om te zien of inderdaad *de richting van de horizontale component omkeert, wanneer het horizontale kanaal in een zoodanige stand gebracht wordt, dat het niet naar achteren, maar naar voren helt.* Daarvoor is zijn rechter labyrinth eerst met koud water geprikkeld in een stand, waarbij hij zich in buikligging bevond en wel zoover, dat de lichaamsas een hoek van 40° met het horizontale vlak maakte. Het horizontale kanaal helt nu naar voren, zoo-

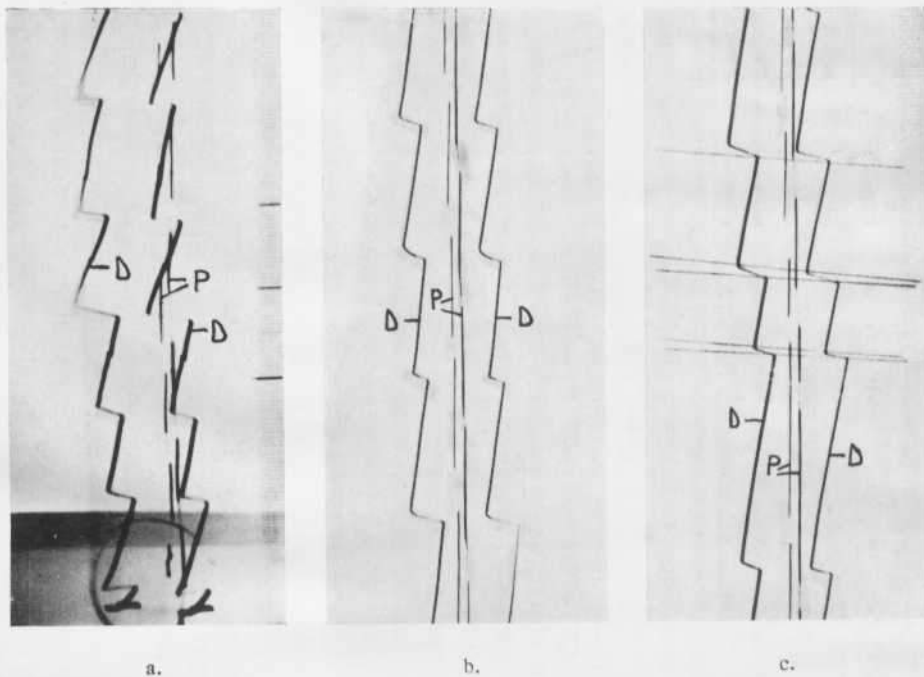


Fig. 29 a. Nystagm. 46 A. Horizontale nystagmus naar rechts (calor. prikkel).
 b. „ 46 B. Horizontale nystagmus naar rechts (calor. prikkel).
 c. „ 46 C. Horizontale nystagmus naar rechts, rotatoire nystagmus naar rechts (calor. prikkel).



dat wanneer afkoeling van het laterale deel van deze booggang plaats vindt, een ampullopetale endolymphestroom zal ontstaan. Dit heeft tot gevolg een horizontale nystagmus met de snelle phase naar rechts. Daarna werd v. B. iets opgericht (lichaamsas 65° met het horizontale vlak). In deze stand kan men een bijna horizontaalgeplaatst-zijn van het horizontale kanaal verwachten, waardoor geen horizontale component zal aanwezig zijn. De derde stand, waarin geprikkeld werd, was de normale staande houding. Nu helt het horizontale kanaal weer achterwaarts met gevolg, dat bij afkoeling een ampulofugale stroom optreedt, d.w.z. een horizontale nystagmus naar links zal ontstaan.

In dezelfde séance is v. B. in de volgende stand gebracht: 60° achterover (lichaamsas dus 30° met het horizontale vlak) en 45° gekeerd naar rechts. Het rechteroor lag onder en bevond zich in de optimumstand II van Brünings. Het linkeroor lag boven en was in de pessimumstand II van Brünings. Na elkaar zijn het rechteroor en het linkeroor met koud water (10 cc) uitgespoten en is de optredende nystagmus op de papierstrook vastgelegd. De resultaten van deze proeven vindt men in tabel XII.

TABEL XII.

Proefpersoon v. B. In verschillende standen in buikligging is het rechterlabyrint met koud water geprikkeld. Daarna zijn het rechter- en het linkerlabyrint in standen van Brünings geprikkeld. (Nystagmogram 52).

Gedeelte	Stand van de proefpersoon	Calor. prikkel	Richting snelle phase				Amplitudo		Tijd per sec.	Snelheid per sec.	Aantal slagen per sec.
			hor.	vert.	diag. hoek	rot.					
52 A	buikligging 40° met horizon	r. oor 10 cc koud	rechts	—	—	—	Hor.	S. $1^\circ 30'$	0.02	75°	± 1
								L. $1^\circ 30'$	0.96	$1^\circ 34'$	
							Rot.	S. —	—	—	
								L. —	—	—	

52 B	idem als A met sterkere belichting opgenomen	—	rechts	—	—	—	Hor.	S.	1°30'	0.02	75°	2
								L.	1°30'	0.52	2°54'	
							Rot.	S.	—	—	—	
								L.	—	—	—	
52 C	buikligging 65° met horizon	r. oor 10 cc koud	Aanduiding van slag naar links.									
52 D	staande houding 90° met horizon	r. oor 10 cc koud	links	boven	22°	—	Diag.	S.	1°30'	0.03	50°	3
								L.	1°45'	0.28	6°15'	
							Rot.	S.	—	—	—	
								L.	—	—	—	
52 E	rugligging 30' met hori- zon 45' rech- ter zijligging [optimum II] r. oor	r. oor 10 cc koud	links	—	—	—	Hor.	S.	1°30'	0.02	75°	4 ¹ / ₂
								L.	2°	0.22	9°06'	
							Rot.	S.	—	—	—	
								L.	—	—	—	
52 F	idem als E [pessimum II] l. oor	l. oor 10 cc koud	rechts	boven	16°	rechts	Diag.	S.	5°30'	0.03	183°20'	4 ¹ / ₂
								L.	5°30'	0.22	25°	
							Rot.	S.	3°	0.03	100°	
								L.	2°	0.22	9°06'	

Op overtuigende wijze toonen de nystagmogrammen, waarvan men de reproducties van de deelen B, C en D in fig. 30 ziet, de omkeer van de horizontale component aan, wanneer de horizontale booggang naar voren en wanneer dezelfde booggang naar achteren helt. In de tusschenstand (buikligging, lichaamsas 65° met horizon) is juist het moment getroffen, waarop de horizontale booggang zuiver horizontaal ligt. Misschien is het kanaal toch reeds iets opgericht, omdat een aanduiding van een snelle slag naar links in het nystagmogram (fig. 30b pijl) te zien is.

De deelen E en F vindt men afgebeeld in fig. 31.

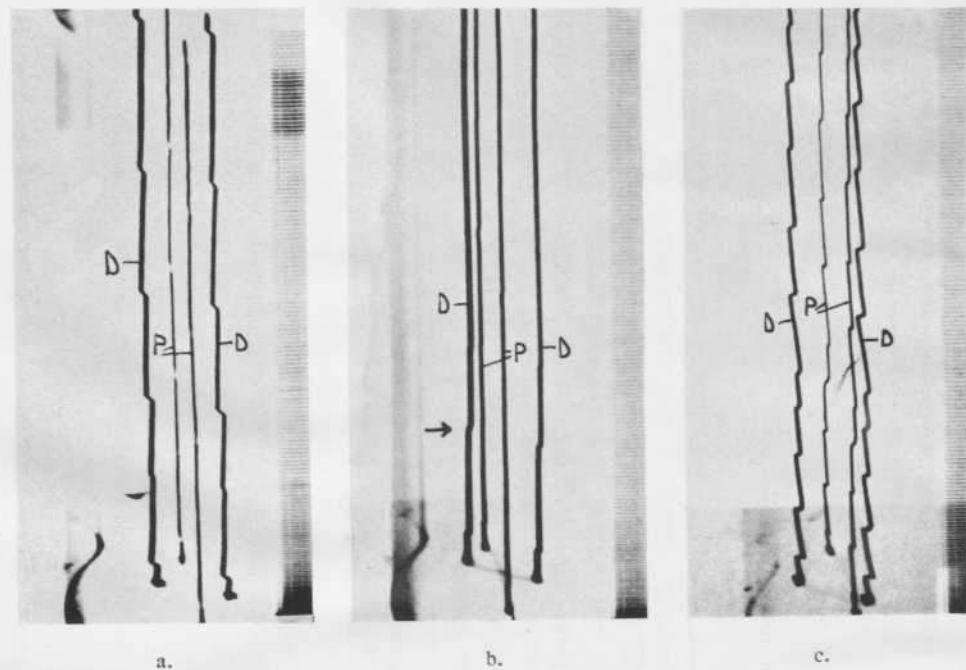


Fig. 30 a. Nystagm. 52 B. Horizontale nystagmus naar rechts (calor. prikkel).
 b. " 52 C. Bij pijl aanduiding horiz. snelle slag naar links (calor. prikkel).
 c. " 52 D. Diagonale nystagmus naar links-boven (calor. prikkel).



Volgens Brünings is de optimumstand II, waarin het rechteroor zich hier bevindt, de beste stand om het horizontale kanaal te onderzoeken zonder bijmenging van de verticale kanalen. Inderdaad toont het nystagmogram aan, dat er geen verticale noch rotatoire component aanwezig is geweest, terwijl de hoge frequentie van de nystagmus een zekere uitdrukking is van de gemakkelijke prikkelbaarheid van het horizontale kanaal in deze stand. Het linkeroor is geprikkeld in de pessimumstand II. In dit nystagmogram (deel F) zijn heel duidelijk verticale en rotatoire componenten aanwezig. Toch is ook een horizontale component opgetreden. Ter verklaring hiervan kan aangevoerd worden, dat 1°. het labyrinth zich niet geheel in de door Brünings aangegeven stand bevond (er is n.l. naar rechts gewenteld om de lichaamsas inplaats van om een horizontale as, welke laatste beweging het wentelstatief niet toeliet), en 2°. kan de koude-prikkel in het linkeroor veel sterker zijn geweest dan in het rechter, doordat wat koud water in de naar boven gerichte gehoorgang is achtergebleven, zoodat de afkoeling langer is doorgegaan. Niettegenstaande dit toonen de nystagmogrammen overtuigend aan, dat in de optimumstand geen verticale en rotatoire componenten zijn op te wekken en dat in de pessimumstand bij voorkeur deze componenten optreden.

C. Nystagmogrammen, opgenomen bij patienten.

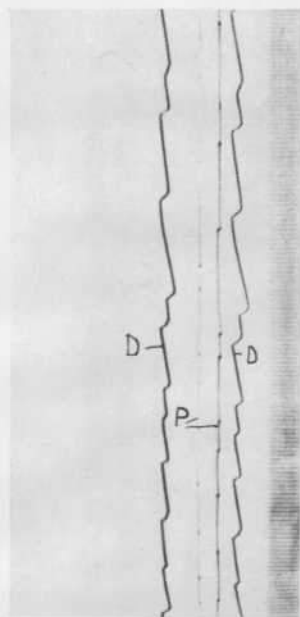
Van enkele gevallen, die zich bijzonder hiervoor leenden, zijn nystagmogrammen opgenomen, waarvan het resultaat hieronder vermeld zal worden.

1). De eerste patient was een zekere O. met een *fistelsymptoom van het rechter oor*. In het kort zullen de voornaamste feiten uit zijn ziektegeschiedenis medegedeeld worden. De patient heeft zijn geheele leven al een uitvloed uit het rechter oor gehad. Midden September 1937 werd hij ziek met koorts en heftige oorpijn aan de rechterkant. Het oor vertoonde minder secretie, dan het voordien gedaan had. Met deze klachten kwam hij op 17 September 1937 op de polikliniek van de otologische afdeling van het Academisch Ziekenhuis. Bij onderzoek bleek de rechter gehoorgang veel zeer foetide secreet te bevatten. Na reiniging kwam een groote perforatie achterboven in het trommelvlies te voorschijn, die opgevuld was met granulatie-weefsel.

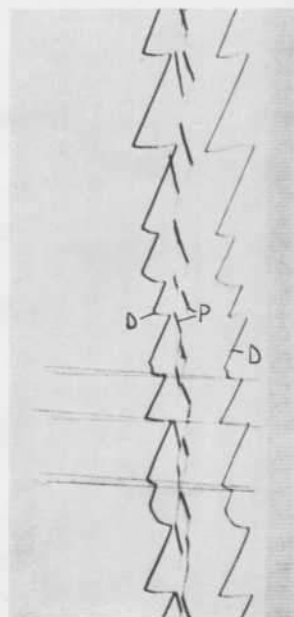
Het gehoor was rechts zeer slecht, fluisterspraak werd in het geheel niet gehoord en luide spraak op ongeveer twee meter afstand. De proef van Rinne was rechts negatief en die van Weber gelateraliseerd naar rechts. Een matige pijn bij druk op het mastoïed was aanwezig. Enkele dagen later kwam er meer secreet uit het oor en was de pijn bij druk verdwenen. 18 October 1937 kwam patient terug met klachten over duizeligheid en bleek hij *een horizontale spontane nystagmus naar rechts te hebben*. Drukverhooging in de gehoorgang met behulp van een Politzerballon wekte een heftige horizontale nystagmus op naar rechts met nystagmoïde bewegingen van het hoofd naar rechts. Patient werd opgenomen met de diagnose: acute labyrinthitis dextra. In de kliniek werd de patient de eerste weken met absolute rust behandeld. Langzaam werd de duizeligheid minder en nam de spontane nystagmus naar rechts af. In plaats hiervan trad echter een spontane nystagmus naar links op bij kijken naar links en zoo staat bij 30 October 1937 opgetekend, dat alleen een spontaan-nystagmus naar links aanwezig is en de kop-nystagmus verdwenen is.

4 November 1937 werd patient aan de rechter-zijde





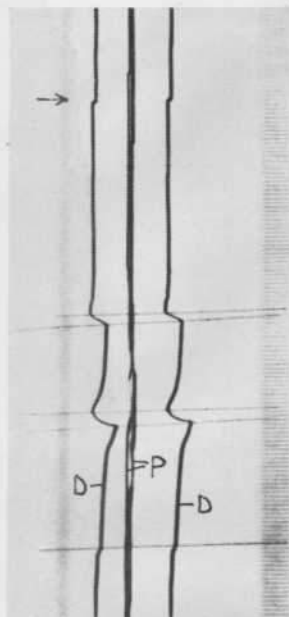
a.



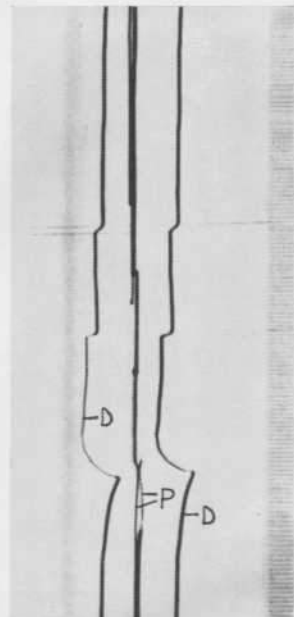
b.

Fig. 31 a. Nystagm. 52 E. Horizontale nystagmus naar links (optimum II).

b. „ 52 F. Diagonale nystagmus naar rechts-boven (16°),
rotatoire nystagmus naar rechts (pessimum II).



a.



b.

Fig. 32 a. Nystagm. 48 A. Druk op fistel in r. horiz. kanaal. Horiz.-rotat. nystagmus naar rechts.

b. „ 48 B. Eerste slag tijdens druk op fistel, volgende horizontale slagen naar links na plotseling opheffen van de druk.

in aether-narcose met het toestel van Ombrédanne *radicaal geopereerd*. Er bleek een groot gat te bestaan in de beenige wand van de horizontale booggang, dat gevuld was met granulatie-weefsel. Elke aanraking daar ter plaatse deed een sterke deviatie van de oogen naar links optreden.

Doordat de operatiewond achter het oor eenige tijd open gehouden werd, bleef het mogelijk deze fistel in de booggang met een wattendrager te bereiken en op die manier het horizontale kanaal te prikkelen. Zoo gauw de algemeene toestand van patient het toeliet, is er dan ook een nystagmogram van de op deze wijze opgewekte nystagmus vervaardigd. In totale rugligging is het nystagmogram opgenomen. Enkele opnamen zijn gemaakt bij druk van de wattendrager in de fistel en eveneens eenige bij snel loslaten. Van beide vindt men een afbeelding in fig. 32.

Deel a is het nystagmogram, tijdens druk op de fistel opgenomen. Men ziet, dat de oogen uit de ruststand een langzame in snelheid toenemende beweging naar links uitvoeren, gepaard gaande met een rotatie van 2° naar links. De hoek, die de oogen op deze wijze naar links doorloopen hebben bedraagt 3° . Daarop volgt een snelle slag naar rechts, die niet met een eenparige snelheid, doch duidelijk vertraagd wordt uitgevoerd. De horizontale amplitudo bedraagt $4\frac{1}{2}^\circ$ en de tegelijkertijd uitgevoerde rotatoire beweging naar rechts $1\frac{1}{2}^\circ$. Op deze snelle slag volgt een vertraagde, langzame beweging naar links, waarbij ongeveer de ruststand weer bereikt wordt. De horizontale amplitudo is 3° en de rotatoire $1\frac{1}{2}^\circ$ naar links. Tot slot nog een snelle slag naar rechts van horizontaal 3° en rotatoir $1\frac{1}{2}^\circ$, waarop het evenwicht teruggevonden is. Bij het wegnemen van de wattendrager treedt een tegengestelde reactie op, waarvan men bij de pijl de aanduiding van de snelle slag naar links ziet.

In deel b ziet men het resultaat van het snel weg-

trekken van de wattendrager. De eerste langzame slag naar links vindt zijn oorzaak in het plaatsen van de wattendrager in de fistel. Direct daarop is deze snel teruggetrokken, wat tot gevolg heeft, dat twee snelle slagen naar links optreden, die zuiver horizontaal zijn van $\pm 2^\circ$, gescheiden door een langzame naar rechts van ongeveer 1° .

Opvallend is het eigenaardige type van de nystagmus tijdens druk op de fistel. Een eenparige beweging wordt niet aangetroffen; het versnellende gedeelte gaat direct in het vertragende over. Een verklaring hiervan kan misschien gezocht worden in het karakter van de prikkel, welke is aangewend. De plotselinge druk van de wattendrager op het vliezig labyrinth plant zich als een stoot voort, zonder dat een vloeistofstroom zal ontstaan. Het is mogelijk, dat deze stoot ook tot in de verticale kanalen is voortgezet, waardoor het optreden van een rotatoire component begrijpelijk wordt. Bij het loslaten van de druk zal van alle kanten endolympe toestroomen, waardoor op de cupula van het horizontale kanaal een invloed wordt uitgeoefend, alsof er een ampullofugale stroom had plaats gevonden. Deze vloeistofverplaatsing blijft echter alleen tot het horizontale kanaal beperkt, te oordeelen naar het optreden van een zuiver horizontale nystagmus.

2). Bij de tweede patient, (K.), was na een auto-ongeluk, eind 1931, *het rechter labyrinth geheel uitgeschakeld*. Hij is na het trauma langen tijd bewusteloos geweest en heeft uit het rechter oor gebloed. Direct na het bij kennis komen heeft hij bemerkt, dat hij doof was geworden aan de rechter kant. Eenige weken bleef hij duizelig, doch hij had geen gewaarwording of alles om hem heen draaide. In Januari 1932 kwam de patient voor het eerst op de otologische polikliniek. Bij otoscopisch onderzoek werden geen afwijkingen aan de trommelvliezen gevonden. Het gehoor- en vestibulair onderzoek leverde de volgende gegevens op:

1870

1871

1872

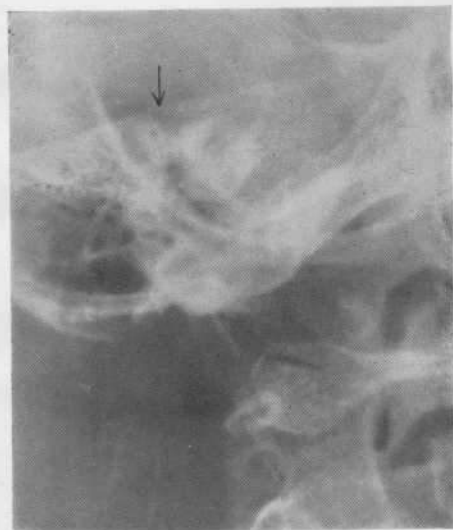
1873

1874

1875

1876

1877



a.



b.

Fig. 33 a. Röntgenfoto volgens Stenvers van pat. K. begin 1932.
 Bij pijl breede fractuur dwars door het labirynth.
 b. Röntgenfoto volgens Stenvers van pat. K. begin 1938.
 Bij pijl gedeeltelijk geconsolideerde fractuur door het labirynth.

Fluisterspraak:	rechts niet gehoord	links 6 Meter.
Luide spraak:	rechts 1 Meter	links normaal.
Proef van Rinne:	rechts negatief	links positief.
Proef van Weber:	lateralisatie naar links.	
Proef van Schwabach:	rechts verkort	links normaal.
Proef van Romberg:	valt naar rechts.	
Looppoeven:	afwijking naar rechts.	
Draai-poeven:	horizontale nystagmus naar links na 10 maal draaien naar rechts; zwakke horizontale nystagmus naar rechts na 10 maal draaien naar links.	
Calorische poeven:	10 cc koud water in linker oor nystagmus naar rechts; 400 cc koud water in rechter oor geen nystagmus op te wekken.	

Een röntgenfoto (fig. 33a) bracht aan het licht, dat een breede fractuurlijn aanwezig was in het rechter os petrosum, gaande dwars door het labyrinth.

Van deze patient mocht aangenomen worden, dat het rechter labyrinth totaal was uitgeschakeld. In Januari 1938 kwam hij op verzoek terug en werd hij, voordat tot het nemen van poeven met registratie van de nystagmus werd overgegaan, nog eens uitvoerig nagezien. Van duizeligheid bemerkte patient niets meer. Volgens hem zou het gehoor rechts wat beter geworden zijn, doch het gehooronderzoek leverde andere gegevens op.

Fluisterspraak:	rechts niet gehoord	links 8 meter.
Luide spraak:	rechts 4 meter	links normaal.
Luide spraak wordt met lawaai-trommel	van Bárány in linkeroor rechts niet gehoord.	
Proef van Rinne:	rechts (pseudo-) negatief.	links positief.
Proef van Weber:	lateralisatie naar links.	
Proef van Schwabach:	rechts verkort	links normaal.

Alles wijst op een totale doofheid van het rechter oor.
Het klinisch vestibulair onderzoek had tot resultaat:

10 maal draaien naar rechts: snelle horizontale nystagmus
naar links.

10 maal draaien naar links: snelle horizontale nystagmus
naar rechts, zwakker dan naar
links.

Calorisch onderzoek:

20 cc koud water in linker oor:
horizontaal-rotatoire nystagmus naar rechts.

5 minuten spoeling in rechter oor:
geen nystagmus op te wekken.

Een contrôle röntgenfoto (zie fig. 33b) liet duidelijk de nog niet geconsolideerde fractuur zien.

Uit deze gegevens mag aangenomen worden, dat bij patient K. het *rechter labyrinth ten gevolge van het door-gemaakte trauma volkomen is uitgeschakeld*. Bij het bespreken van de proeven, aan welke K. onderworpen werd, zal dan ook aangenomen worden, dat de toegepaste prikkels alleen op het linker labyrinth gewerkt hebben, en de opgetreden nystagmus alleen van uit dit labyrinth opgewekt is. Bij het noemen van de booggangen kan dan ook de aanduiding linker verder weggelaten worden.

Bij het nemen van de rotatie-proeven ging het er om zulke standen te kiezen, dat elke booggang afzonderlijk geprikkeld werd, zoodat het nystagmogram iets zou kunnen zeggen omtrent de nystagmus-vorm, die aan elk kanaal afzonderlijk gebonden is. Geheel in onze macht hebben wij dit niet, omdat de werkelijke stand van de verschillende kanalen nu eenmaal niet valt vast te stellen. Doch ten naaste bij is dit wel mogelijk en zal de dominerende nystagmus-vorm toch tot eenige conclusie kunnen leiden. Voor het horizontale kanaal is de gewone

staande houding gekozen. Beide verticale kanalen staan dan verticaal, dus hun vlakken evenwijdig aan de draaiingsas, zoodat er geen stroom in zal kunnen ontstaan. Het horizontale kanaal helt 15° — 30° achterover. Bij het draaien naar rechts zal tijdens de draaiing een ampullofugale stroom in het kanaal ontstaan, bij rotatie naar links een ampullopetale.

Om het achterste verticale kanaal alleen te prikkelen werd de patient eerst 60° achterover gebracht (lichaamsas dus 30° met het horizontale vlak). Het horizontale kanaal staat nu verticaal, zoodat daarin geen stroom kan ontstaan. Vervolgens werd hij om de lichaamsas (anders is immers met het toestel niet mogelijk) 45° naar rechts gewenteld. Het voorste verticale kanaal komt zoo eveneens verticaal te staan, terwijl het achterste kanaal in een vlak ligt, dat met een kleine hoek naar voren helt. Wordt naar rechts gedraaid, dan zal in het achterste kanaal een ampullofugale stroom ontstaan en bij rotatie naar links een stroom, die ampullopetaal gericht is.

Door de patient in plaats van naar rechts, 45° naar links te wentelen om de lichaamsas, werd getracht een stand te krijgen, waarin alleen het voorste verticale kanaal bij rotatie geprikkeld zou worden. Nu staat het achterste kanaal verticaal en ligt het voorste in een weinig-naar-voren hellend vlak. Bij rotatie naar rechts treedt in het voorste kanaal een ampullofugale stroom op en bij draaien naar links een ampullopetale.

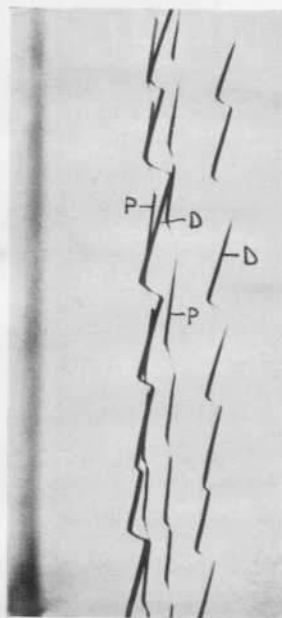
In alle drie de aangegeven standen is eerst naar rechts en daarna naar links gedraaid en zijn de nystagmogrammen tijdens de draaiing opgenomen. De analyse van de nystagmogrammen vindt men in tabel XIII.

TABEL XIII.

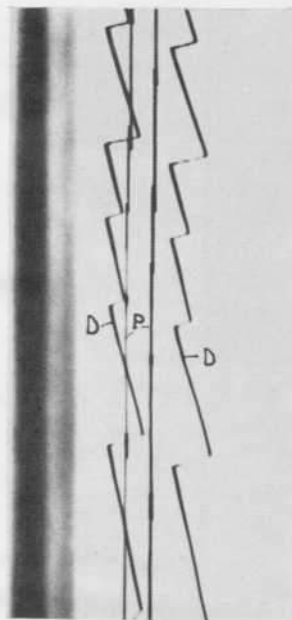
Patient K., met uitval van het rechter labyrinth is in die standen gedraaid, waarin slechts één booggang geprikkeld kon worden. (Nystagmogram 58).

Gedeelte	Stand van de proefpersoon	Draairichting	Richting snelle phase				Amplitudo		Tijd per sec.	Snelheid per sec.	Aantal slagen per sec.
			hor.	vert.	diag. hoek	rot.					
58 A	staande houding 90° met horizon	rechts	rechts	be-neden	20°	—	Diag.	S. 3°15'	0.03	108°20'	2 1/4
								L. 3°15'	0.54	6°	
							Rot.	S. —	—	—	
								L. —	—	—	
58 B	idem als A. [herhaling A.]	rechts	rechts	be-neden	22°	—	Diag.	S. 3°15'	0.03	108°20'	2
								L. 4°	0.44	9°06'	
							Rot.	S. —	—	—	
								L. —	—	—	
58 C	idem als A.	links	links	—	—	—	Hor.	S. 5°	0.04	125°	2
								L. 7°30'	0.48	15°38'	
							Rot.	S. —	—	—	
								L. —	—	—	
58 D	1° rugligging 30° met horizon 2° gewenteld 45° naar rechts	rechts	rechts	boven	68°	—	Diag.	S. 1°30'	0.02	75°	2
								L. 2°	0.46	4°21'	
							Rot.	S. —	—	—	
								L. —	—	—	
58 E	idem als D.	links	links	be-neden	63 1/2°	—	Diag.	S. 1°15'	0.03	41°40'	2 1/2
								L. 1°30'	0.40	3°45'	
							Rot.	S. —	—	—	
								L. —	—	—	
58 F	1° rugligging 30° met horizon 2° gewenteld 45° naar links	rechts	rechts	be-neden	68°	links	Diag.	S. 2°	0.04	50°	1 1/4
								L. 2°	0.76	2°38'	
							Rot.	S. 3°	0.04	75°	
								L. 3°	0.76	3°57'	



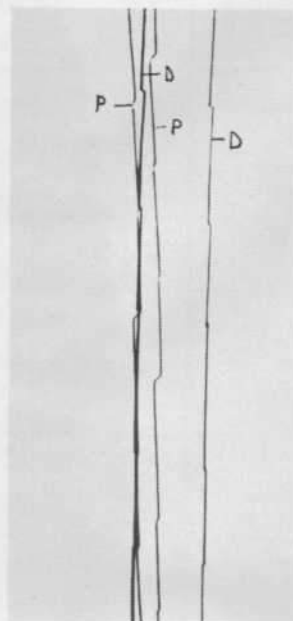


a.

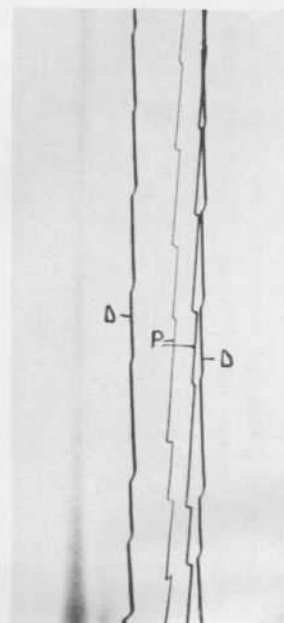


b.

Fig. 34 a. Nystagm. 58 B. Diagonale nystagmus naar rechts-beneden (22°).
b. „ 58 C. Horizontale nystagmus naar links.



a.



b.

Fig. 35 a. Nystagm. 58 D. Diagonale nystagmus naar rechts-boven (68°).
b. „ 58 E. Diagonale nystagmus naar links-beneden ($63\frac{1}{2}^\circ$).

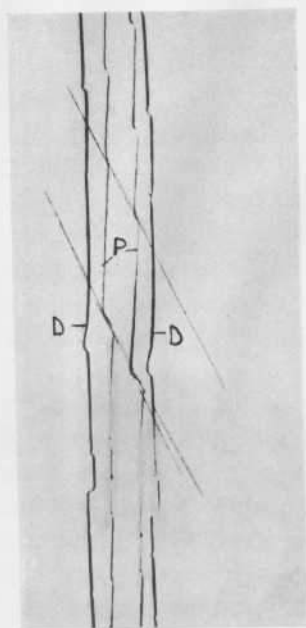
58 G	idem als F.	links	links	enkele maal aan- wezig boven	—	rechts	Hor.	S.	1°30'	0.04	37°30'	2
								L.	1°	0.38	2°38'	
							Rot.	S.	1°	0.04	25°	
								L.	1°15'	0.38	3°17'	

In fig. 34 is een afbeelding gegeven van de deelen B en C van dit nystagmogram. Men ziet dat bij draaien naar rechts een nystagmus naar rechts, gepaard gaande met een geringe naar beneden gerichte verticale component, opgetreden is, en bij draaien naar links een zuiver horizontale nystagmus naar links. Beide zijn opgewekt in één en hetzelfde kanaal, in het eerste geval door een ampullofugale stroom en in het tweede door een ampullopetale. Dit bijzondere geval leent zich er voor de theorie van Ewald te toetsen. Voor het horizontale kanaal geldt, dat de ampullopetale prikkel sterker is dan de ampullofugale. Het vergelijken van twee nystagmusvormen dient te geschieden aan de langzame phase, die van zuiver labyrinthaire oorsprong is. Noch de grootte van de amplitudo, noch de frequentie leent zich voor een vergelijk met die van een andere nystagmus. Een nauwkeurige maatstaf krijgt men, wanneer men de producten van de gemiddelde amplitudo en de gemiddelde frequentie van de verschillende nystagmusvormen vergelijkt. Zooals uit de verschillende curven is gebleken, is de frequentie zeer wisselend, zoodat men, om een zeker gemiddelde te krijgen, de frequentie over een groot aantal slagen moet bepalen, welk gemiddelde dan weer vermenigvuldigd moet worden met het gemiddelde van alle amplitudo's. Een eenvoudiger maatstaf, hoewel niet zoo nauwkeurig, is de hoek-snelheid van een enkele slag. Wanneer men van beide nystagmusvormen deze snelheid vergelijkt, dan ziet men, dat bij ampullopetale stroom (C) deze snelheid 15°38' bedraagt en bij ampullofugale

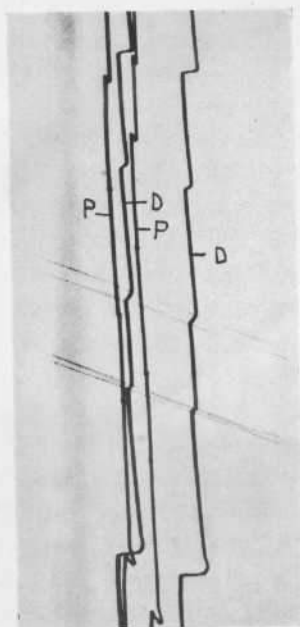
stroom (B) $9^{\circ}06'$, dus een duidelijk verschil ten gunste van de ampullopetale endolympe-stroom.

Voor de verticale kanalen is de regel net omgekeerd, dus is de prikkel veroorzaakt door een ampullofugale stroom sterker, dan door een ampullopetale. Voordat tot het toetsen van deze regel aan de gevonden uitkomsten wordt overgegaan, dient eerst nagegaan te worden, welke nystagmusvorm is opgetreden bij prikkelen van het achterste kanaal en welke, bij prikkelen van het voorste. Bezie men de deelen D en E van het nystagmogram (fig. 35), dan is de voornaamste component de verticale. Een rotatoire is in het geheel niet aanwezig, terwijl de horizontale component belangrijk in de minderheid is. Men zou dus mogen zeggen, dat de verticale component voornamelijk gebonden is aan het achterste verticale kanaal. Ziet men daarnaast de deelen F en G (fig. 36), dan overweegt hier de rotatoire component. Er is wel een duidelijke horizontale component, doch de verticale is zeker in de minderheid en is in deel G slechts sporadisch aanwezig. In het voorste verticale kanaal zou dus voornamelijk de oorsprong liggen van de rotatoire component van de labyrinthaire nystagmus.

Terugkeerend tot de theorie van Ewald, ziet men in tabel XIII, dat na prikkeling van het achterste verticale kanaal de snelheid van de langzame phase grooter is tijdens draaien naar rechts ($4^{\circ}21'$), dan tijdens draaien naar links ($3^{\circ}45'$). In het eerste geval was de stroom ampullofugaal en in het laatste ampullopetaal, hetgeen in overeenstemming is met de in de voorgaande alinea aan gegeven regel. Wil men ditzelfde nagaan voor het voorste kanaal, dan dient men de snelheden van de langzame phase van de rotatoire componenten te vergelijken, welke componenten in dit kanaal hun oorsprong zouden vinden. Men ziet dan dat de snelheid tijdens draaien naar rechts ($3^{\circ}57'$) andermaal grooter is, dan tijdens draaien naar links ($3^{\circ}17'$). Ook hier weer overweegt de ampullofugale prikkel boven de ampullopetale.



a.



b.

Fig. 36a. Nystagm. 58 F. Diagonale nystagmus naar rechts-beneden (68°),
rotatoire nystagmus naar links.

b. „ 58 G. Horizontale nystagmus naar links,
rotatoire nystagmus naar rechts.



3). Ten slotte zal nog een nystagmogram besproken worden, dat opgenomen is van *patient S., die een dubbelzijdige labyrinthitis doorgemaakt heeft en waarvan zeker is, dat het rechter zich geheel of gedeeltelijk hersteld heeft.*

De voornaamste feiten uit zijn ziektegeschiedenis zijn de volgende:

Van zijn prilste jeugd af heeft patient steeds aan de ooren gesukkeld, waardoor hij reeds op drie-jarige leeftijd hardhoorend is geworden. Een acute exacerbatie van de bestaande chronische otitis media deed in 1921 een acute mastoiditis dextra ontstaan, waardoor het verrichten van een radicaal-operatie noodzakelijk werd. De trommelholte bleek vele granulaties te bevatten, doch de labyrinthwand was geheel intact.

In Juni 1930 kwam patient weer terug, doch nu met klachten over pijn in het linkeroor. Het rechter radicaal-geopereerde oor bleek nog afscheiding te bevatten en links was de trommelholte opgevuld met granulaties. Het trommelveel was nagenoeg geheel verdwenen. Bij het vestibulair onderzoek werden geen afwijkingen gevonden. Er werd besloten tot radicaal-operatie van het linkeroor. Evenals destijds bij het rechteroor werden bij de operatie geen afwijkingen aan de labyrinth-wand gevonden.

Eenige jaren achtereen bleef patient met geregelde tusschenpoozen de polikliniek bezoeken, omdat uit beide ooren nog telkens wat afscheiding kwam. In Mei 1935 werd hij binnengebracht wegens plotseling opgetreden heftige duizeligheid met braken. Het rechteroor deed hem weer pijn. Een spontane-nystagmus was aanwezig, doch niet duidelijk naar de een of andere kant gericht. Na eenige weken absolute rust, namen de acute verschijnselen langzamerhand af, zoodat in begin Juli 1935 besloten werd tot her-operatie van het rechteroor. Vóór de operatie werd het rechteroor calorisch geprikkeld, doch

1½ L. koud water was niet in staat een nystagmus op te wekken. Bij de operatie bleek, dat cholesteatoom-massa's een gat gemaakt hadden in het horizontale kanaal. Ook de sinus transversus was over een lengte van 1 cm. aangevreten. Met het oog op het nog betrekkelijk goede gehoor ($\pm$ ½ Meter fluisterspraak) werd van verdere labyrinthoperatie afgezien.

Eenige maanden ging alles goed, totdat hij in Maart 1936 andermaal met heftige duizeligheid binnengebracht werd. Een zeer snelle spontane-nystagmus naar rechts was aanwezig. Rust deed ook nu de klachten verminderen. Op 9 April 1936 werd het linkeroor opnieuw geopereerd. Vóór de operatie bleek dit oor calorisch niet prikkelbaar te zijn. Cholesteatoommassa's hadden ook hier het horizontale kanaal aangevreten. Voorzichtig werden deze massa's verwijderd.

Lange tijd bleef patient nog duizelig. Een maand na de operatie werd het linker oor nog eens calorisch geprikkeld, doch nystagmus was niet op te wekken. Opvallend was de moeite, die patient had met het lopen; in het begin was lopen zonder steun niet mogelijk; óf tastend langs de muur, óf steunend op een zuster moest hij zich voortbewegen. In de loop van eenige weken ging het gaandeweg beter, zoodat hij bij zijn ontslag in eind Juni 1936 wel zonder steun, doch nog slechts zeer voorzichtig kon lopen. Uit hetgeen hij daaromtrent bij zijn herhaalde bezoeken op de polikliniek mededeelde viel op te maken, dat het lopen steeds beter ging, hoewel hij bleef klagen over moeilijk lopen in donker. Op den duur was hierin beterschap te bespeuren, de klachten verminderden en patient kwam in October 1937 vertellen, dat hij weinig last meer had en zelfs kon fietsen zonder eenig bezwaar.

Dit was aanleiding om patient opnieuw aan een vestibulair onderzoek te onderwerpen. Een vluchtig gedane draaistoelproef wees reeds uit, dat met het hoofd op de

schouder een verticale nystagmus viel op te wekken; een horizontale nystagmus kon toen niet worden aangetoond. Een later in het Physiologisch laboratorium verricht onderzoek leverde de volgende uitkomsten:

Uitspuiten van het linker oor met koud water geeft geen nystagmus.

Hoofd 60° achterover, 45° neigen naar linker schouder, rechter oor uitgespoten met 10 cc koud water geeft heftige rotatoire nystagmus naar links met geringe horizontale component.

Hoofd 60° achterover, 45° neigen naar rechter schouder, rechter oor uitgespoten met 10 cc koud water geeft rustige rotatoire nystagmus naar rechts met verticale component naar boven.

Hoofd 60° achterover, rechteroor uitgespoten met 10 cc koud water geeft een heftige verticale nystagmus naar boven.

Hieruit werd afgeleid, dat het linker labyrinth niet prikkelbaar meer was, terwijl het rechter zich belangrijk hersteld had, waarbij het horizontale kanaal ten opzichte van de verticalen was achtergebleven.

Eenige tijd later werd na het nystagmographisch onderzoek — waarop later teruggekomen wordt — bij patient een aantal proeven op de draaistoel genomen, terwijl hij de bril van Frenzel (een bril met glazen van + 20 D., waarachter kleine gloeilampjes zijn aangebracht) droeg, zoodat ook tijdens het draaien de optredende nystagmus was waar te nemen, wanneer de onderzoeker met de patient meedraaide. Dit onderzoek leverde tot resultaat:

Tijdens draaien naar rechts (hoofd normale houding), horizontale nystagmus naar rechts.

Tijdens draaien naar links (hoofd normale houding), enkele dubieuze horizontale slagen naar links.

Het horizontale kanaal is dus wel prikkelbaar en geheel volgens de theorie van Ewald, want bij draaien naar rechts ontstaat een ampullopetale endolymphestroom in het rechter horizontale kanaal, die een sterkere nystagmus doet ontstaan, dan tijdens draaien naar links door de ampullofugale stroom.

Voorts werd de nystagmus waargenomen na:

10 x draaien naar rechts met hoofd achterover: rotatoire nystagmus naar rechts.

12 x draaien naar links met hoofd in normale houding: langzame, lang aanhoudende horizontale nystagmus naar rechts.

12 x draaien naar rechts met hoofd in normale houding: horizontale nystagmus naar links met een lichte rotatoire component naar rechts.

Ook hier was de horizontale nystagmus door de ampullopetale prikkel veroorzaakt (na-nystagmus na 12 x draaien naar links) weer sterker, dan die door de ampullofugale prikkel (na-nystagmus na 12 x draaien naar rechts) was opgewekt.

Van deze patient, *wiens linker labyrinth vrijwel zeker geheel ten gronde is gegaan tengevolge van de doorge-
maakte labyrinthitis, terwijl het rechter, waarvan aanvankelijk het vestibulaire labyrinth ook was aangedaan, zich op den duur hersteld heeft*, zijn een reeks nystagmogrammen opgenomen tijdens rotatie in verschillende standen, die achtereenvolgens besproken zullen worden.

Als eerste stand is de totale rugligging gekozen en werd de schijf naar rechts geroteerd. In de beide rechter verticale kanalen zal een ampullopetale stroom optreden, die een rotatoire nystagmus naar links zal te weeg brengen. Vervolgens zijn die standen gekozen, waarbij het voorste verticale, daarna het achterste verticale kanaal en tenslotte het horizontale alleen geprikkeld werd op overeenkomstige wijze, als dit gedaan is bij de voorgaande patient.

Hiervoor is patient S. eerst 60° achterover gebracht en gewenteld 45° naar de rechterzijde. Het voorste verticale kanaal ligt in deze stand nagenoeg horizontaal, terwijl de beide andere kanalen verticaal staan. In deze stand is zoowel naar rechts, als naar links geroteerd en is in beide gevallen tijdens de rotatie een nystagmogram opgenomen. Om het achterste verticale kanaal te prikkelen is patient, na 60° achterover gebracht te zijn, 45° gewenteld naar de linkerzijde. Ook nu is tijdens rotatie naar rechts en naar links een opname gemaakt.

Tot slot is hij in gewone staande houding gebracht en evenals in de voorgaande standen naar rechts en naar links geroteerd, terwijl na de laatste draaiing nog de optredende na-nystagmus is geregistreerd.

De analyse van het nystagmogram vindt men in tabel XIV.

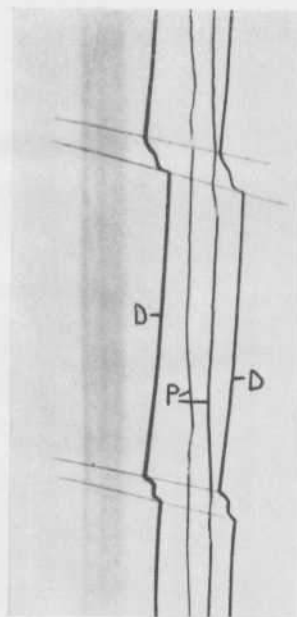
TABEL XIV.

Patient S. met alleen rechts prikkelbaar labyrint, is in verschillende standen naar links en naar rechts geroteerd. (Nystagmogram 51).

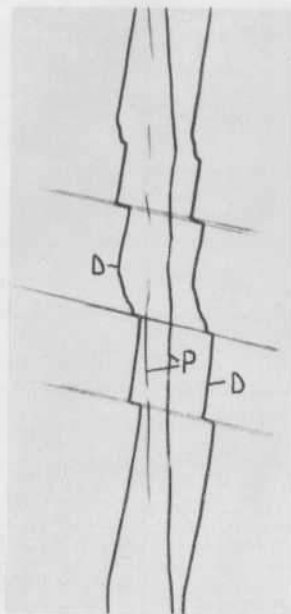
Gedeelte	Stand van de proefpersoon	Draairichting	Richting snelle phase				Amplitudo		Tijd per sec.	Snelheid per sec.	Aantal slagen per sec.
			hor.	vert.	diag. hoek	rot.					
51 A	rugligging (totaal) 0° met horizon	rechts	rechts	—	—	links	Hor.	S. 3°	0.12	25°	2/3
								L. 4°30'	1.36	3°18'	
							Rot.	S. 2°	0.12	16°48'	
								L. 4°	1.36	2°56'	
51 B	1° rugligging 30° met horizon 2° gewenteld 45° naar rechts	rechts	rechts	—	—	links	Hor.	S. 2°15'	0.02	112°30'	2 1/4
								L. 2°15'	0.36	6°15'	
							Rot.	S. 1°	0.02	50°	
								L. 1°30'	0.36	4°10'	

51 C	idem als B.	links	golvende bewegingen horizontaal en rotatoir									
51 D	1 ^o rugligging 30° met horizon 2 ^o gewenteld 45° naar links	rechts	rechts	be- neden	26 1/2°	—	Diag.	S.	2°30'	0.03	83°40'	één slag te zien
								L.	3°15'	0.60	5°25'	
							Rot.	S.	—	—	—	
								L.	—	—	—	
51 E	idem als D.	links	—	boven	—	links	Vert.	S.	3°45'	0.03	125°	2/3
								L.	6°	1.44	4°10'	
							Rot.	S.	1°	0.03	33°20'	
								L.	2°	1.44	1°23'	
51 F	staande houding 90° met horizon	rechts	rechts	—	—	links	Hor.	S.	1°30'	0.03	50°	3
								L.	2°30'	0.30	8°20'	
							Rot.	S.	1°	0.03	33°20'	
								L.	1°	0.30	3°20'	
51 G	idem als F.	links	links	—	—	—	Hor.	S.	1°	0.01	100°	4
								L.	1°	0.22	4°33'	
							Rot.	S.	—	—	—	
								L.	—	—	—	
51 H	na-nystagmus G.	—	rechts	—	—	—	Hor.	S.	5°15'	0.04	131°15'	1 1/2
								L.	9°	0.80	11°15'	
							Rot.	S.	—	—	—	
								L.	—	—	—	

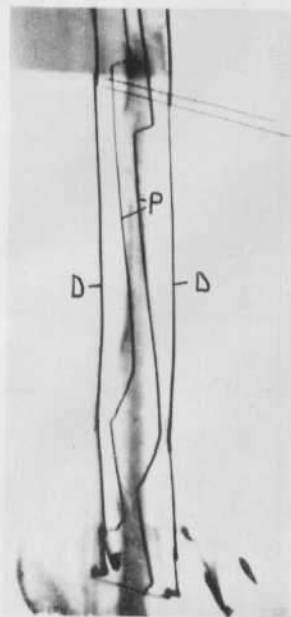
Ook hier ziet men weer een overwegen van de rotatoire component bij prikkeling van het voorste verticale kanaal en omgekeerd een overwegen van de verticale component bij prikkeling van het achterste verticale kanaal. Door het niet-slagen van deel C is een vergelijk tusschen de ampullopetale prikkel en de ampullofugale van de rotatoire component niet mogelijk. Wat betreft de verticale



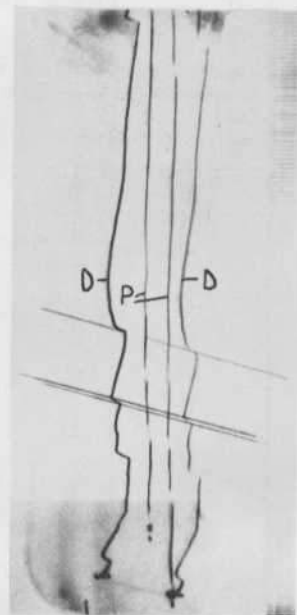
a.



b.



c.



d.

Fig. 37 a. Nystagm. 51 A. Horizontale nystagmus naar rechts, rotatoire naar links.
 b. " 51 B. Horizontale nystagmus naar rechts, rotatoire naar links.
 c. " 51 E. Verticale nystagmus naar boven, rotatoire naar links.
 d. " 51 F. Horizontale nystagmus naar rechts, rotatoire naar links.

component lijkt het alsof bij draaien naar rechts (deel D — ampullopetale stroom in het achterste kanaal) een groo-
tere snelheid van de langzame phase bereikt werd, dan
bij draaien naar links (deel E — ampullofugale stroom).
Doch men bedenke, dat het grootste deel van de ampli-
tudo in deel D op rekening komt van de horizontale
component. Immers de hoek, die de amplitudo met het
vlak maakt, waarin een horizontale nystagmus zou ver-
loopen, is $26\frac{1}{2}^{\circ}$, d.w.z., dat de verticale component
minder dan de helft is van de geheele amplitudo. De ware
hoeksnelheid van de verticale component ligt dus in de
buurt van $2^{\circ}30'/\text{sec.}$, hetgeen belangrijk lager is dan de
hoeksnelheid van de zuiver verticale component tijdens
draaien naar links ($4^{\circ}10'/\text{sec.}$).

Voor het horizontale kanaal is de ampullopetale prikkel
weer sterker geweest dan de ampullofugale. Immers
tijdens draaien naar rechts (ampullopetale stroom) is de
hoeksnelheid van de langzame phase $8^{\circ}20'/\text{sec.}$ en tijdens
draaien naar links (ampullofugale stroom) belangrijk
minder, n.l. $4^{\circ}33'/\text{sec.}$.

Ter illustratie zijn de deelen A, B, E en F van dit nys-
tagmogram in fig. 37 afgedrukt. Interessant zou het zijn,
naar aanleiding van de bespreking van de theorie van
Ewald in verband met de beide patienten, die ieder nog
één functionneerend labyrinth bezitten, daarnaast een
nystagmogram ter vergelijking te hebben van een proef-
persoon met normale labyrinthen, die in dezelfde standen
gedraaid is. Dit is met proefpersoon L. gedaan, die daar-
voor 60° achterover en 45° naar links is gewenteld en
vervolgens rechts en links gedraaid werd. Het resultaat
ziet men in tabel XV.

Een afbeelding van dit nystagmogram vindt men in
fig. 38. Wanneer naar rechts gedraaid wordt in de stand,
als in tabel XV aangegeven, zal in het linker voorste
verticale kanaal tijdens het draaien een ampullofugale
stroom optreden, die een rotatoire nystagmus naar links

TABEL XV.

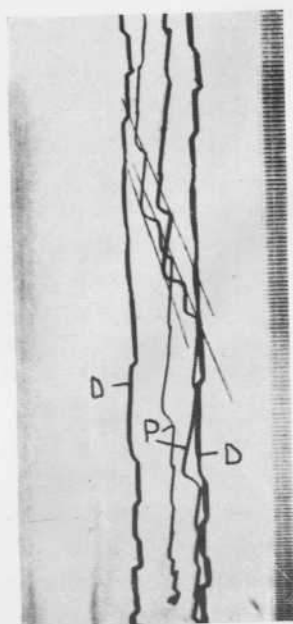
Normale proefpersoon L. in zoo'n stand geroteerd, dat alleen het linker voorste verticale kanaal en het rechter achterste verticale kanaal geprikkeld werden. (Nystagmogram 50).

Gedeelte	Stand van de proefpersoon	Draairichting	Richting snelle phase				Amplitudo			Tijd per sec.	Snelheid per sec.	Aantal slagen per sec.
			hor.	vert.	diag. hoek	rot.						
50 D	1° rugligging 30° met horizon 2° gewenteld 45° naar links	rechts	—	be-neden	—	links	Vert.	S.	3°45'	0.03	125°	4
								L.	1°30'	0.26	5°37'	
							Rot.	S.	4°	0.03	133°20'	
								L.	4°30'	0.26	17°18'	
50 E	idem als D	links	—	boven	—	rechts	Vert.	S.	4°	0.05	80°	3
								L.	2°30'	0.32	7°48'	
							Rot.	S.	3°30'	0.05	70°	
								L.	3°	0.32	9°22'	

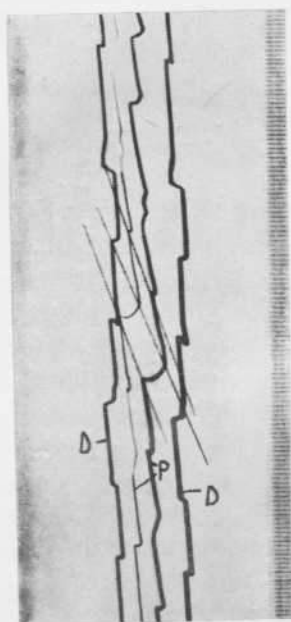
doet ontstaan, die een grootere snelheid zal hebben, dan de rotatoire nystagmus naar rechts, die tengevolge van een ampullopetale stroom tijdens draaien naar links optreedt. Vergelijkt men de snelheden van de langzame phase van de rotatoire component, dan is inderdaad de hoeksnelheid tijdens draaien naar rechts (17°18'/sec.) grooter dan tijdens draaien naar links (9°22'/sec.).

Voor het rechter achterste verticale kanaal geldt juist het omgekeerde. Immers tijdens draaien naar rechts treedt hierin een ampullopetale stroom op en tijdens draaien naar links een ampullofugale. Ook nu blijkt de ampullofugale prikkel sterker geweest te zijn, zooals uit de hoeksnelheden van de langzame fasen blijkt (naar rechts 5°37'/sec. en naar links 7°48'/sec.).

Zoo overheerschte bij draaien naar rechts de rotatoire component en bij draaien naar links de verticale.



a.



b.

Fig. 38 a. Nystagm. 50 D. Verticale nystagmus naar beneden,
rotatoire nystagmus naar links.

b. „ 50 E. Verticale nystagmus naar boven,
rotatoire nystagmus naar rechts.



HOOFDSTUK VI.

NABESCHOUWINGEN.

Het is niet de bedoeling geweest met de in het voorgaande hoofdstuk beschreven proefnemingen en haar resultaten een bijdrage te leveren tot oplossing van de nog vele problemen, die het labyrinth geeft, doch een illustratie te geven van de veelzijdige mogelijkheden, die de in de Leidsche Keel-Neus-Oorheelkundige Kliniek verbeterde nystagmographische methode volgens Struycken-Kuilman biedt voor physiologie en kliniek. Immers het nauwkeurig kunnen bepalen van de nystagmus-vorm mag als een belangrijke winst worden aangemerkt, waardoor het mogelijk is de nystagmus-vorm en -richting, in verband met de stand van de labyrinthen en de toegepaste prikkel, te onderzoeken, zooals bij de beschreven rotatie- en calorische proeven gedaan is. Anderszijds laat het nauwkeurig berekenen van amplitudo, frequentie en hoeksnelheid van de oogbeweging een vergelijk toe met de grootte van de rotatorische of calorische prikkel. Ook voor de kliniek is deze methode van nystagmographie van groote beteekenis. Het vergelijken van nystagmogrammen, die op verschillende tijdstippen zijn opgenomen geeft een juistere indruk over het voortgeschreden herstel na een labyrinthaandoening, dan het oog van de onderzoeker of vaak verschillende onderzoekers het kan waarnemen. *Het groote voordeel, dat deze methode hierbij heeft boven alle anderen is, dat uit de curven de richting en de vorm van de nystagmus valt vast te stellen, zonder dat aan de opstelling van de*

camera ten opzichte van de patient iets veranderd behoeft te worden.

Wanneer men in de literatuur de resultaten nagaat van de verschillende nystagmographische methoden, dan ziet men heel vaak dat aan de publicatie géén (Galley²²), Fromm en Nylèn²¹), Cords¹³), Struycken⁷⁰) of een enkel nystagmogram (Steinwand⁶⁸), Kunz en Ohm⁵³), Coburn¹¹), Kuilman³³) is toegevoegd. Schackwitz⁶¹) noemt zijn toestel „Nystagmograph”, doch registreerde hiermede alleen de oogbewegingen bij lezende menschen. Coppez¹²) geeft naast eenige curven van congenitale- en mijnwerkersnystagmus ook eenige curven van vestibulair opgewekte nystagmus. Anderen als Witmer⁸⁴) en Majewski⁴⁴) geven naast een aantal curven van optische nystagmus een enkele reproductie van een calorisch-opgewekte nystagmus. Weer anderen hebben alleen optische nystagmus geregistreerd. Zoo heeft Wiedersheim⁸¹) een aantal curven van mijnwerkersnystagmus opgenomen en reproduceert Engelking¹⁹) eenige nystagmogrammen, die hij van patienten met een latente nystagmus heeft vervaardigd.

De meeste curven zijn afkomstig van Ohm⁴⁸). In zijn vele publicaties geeft hij curven van mijnwerkersnystagmus en andere vormen van optische nystagmus. Een drietal geschriften gaan over de vestibulaire nystagmus, waarbij hij zich tot doel gesteld heeft, de belangstelling van de otologen te wekken voor de nystagmographie en toont het belang hiervan aan met behulp van een aantal curven van rotatoire en postrotatoire nystagmus.

Dohlman¹⁵) deed een uitgebreid onderzoek over de calorische nystagmus en geeft in zijn publicatie hierover de weergave van eenige van de door hem opgenomen nystagmogrammen. Het eenige bezwaar van de door hem gebruikte methode is weer, dat de stand van de camera bepaald moet worden naar de richting van de nystagmus.

De beschreven nystagmograaf heeft boven alle ge-

noemde methoden het voordeel, dat in alle standen van de te onderzoeken mensch, hetzij na calorische prikkeling, hetzij tijdens of na rotatie de vestibulaire nystagmus op duidelijke wijze wordt weergegeven, zooals dit met de afgebeelde nystagmogrammen moge zijn aangetoond. Geen van de proefpersonen of patienten heeft het verwaardigen van de nystagmogrammen als onaangenaam ondervonden. Wel werd op de daartoe gedane vraag geantwoord, dat het stoppen van de draaischijf een onaangename na-reactie te weeg bracht, doch dit heeft men in sterkere mate na elk gewoon draaistoel-onderzoek, waarbij plotseling gestopt wordt, terwijl hier de schijf langzaam tot stilstand werd gebracht. Ook van het plaatsen van het zijden kapje op de cornea werd bij de vele proefpersonen nimmer onaangename gevolgen gezien.

Behalve voor het registreeren van vestibulaire nystagmus leent deze methode zich voor het opnemen van optische nystagmus. Hiervoor mag verwezen worden naar de onlangs verschenen dissertatie van Verhage¹⁵⁾, waarin enkele nystagmogrammen zijn opgenomen, die van mijnwerkers, lijdende aan mijnwerkersnystagmus zijn vervaardigd. Een nauwkeurige analyse laat het reconstrueeren van de vaak ingewikkelde oogbewegingen toe en geeft een juist beeld van de groote frequentie en snelheid, waarmee deze bewegingen worden uitgevoerd.

Een enkele beschouwing naar aanleiding van de resultaten van de rotatieproeven in verband met de beteekenis van de vestibulaire nystagmus mag hier op zijn plaats zijn. Door een uitvoerig onderzoek over optokinetische nystagmus gedaan bij konijnen, kon Ter Braak¹⁶⁾ aantoonen, dat de snelheid van de langzame phase van de nystagmus gelijk was aan de constante snelheid, waarmee de buitenwereld ten opzichte van het proefdier gedraaid werd. Hierdoor is het zeker, dat de beteekenis van de optokinetische nystagmus gelegen is in een trachten het beeld vast te houden, dat van de buitenwereld op

de retina geprojecteerd wordt, een zich als het ware verzetten tegen de passieve beweging van de omgeving ten opzichte van het proefdier of omgekeerd. Draait men de omgeving (draaicylinder) naar links, dan ontstaat een optokinetische nystagmus naar rechts. Wanneer nu de omgeving plotseling niet meer draait, doordat de draaicylinder stopgezet wordt, dan houdt de nystagmus nog eenige oogenblikken aan, zoodat men kan spreken van een optokinetische na-nystagmus naar rechts. Wordt het proefdier gedraaid naar rechts, wat overeenkomt met het draaien van de omgeving naar links, dan ziet men in het donker bij plotseling stoppen van de draaischijf een vestibulaire na-nystagmus optreden naar links. Herhaalt men dezelfde rotatie in het licht, dan is tijdens draaien met constante snelheid alleen de optokinetische nystagmus naar rechts aanwezig. Bij plotseling stoppen staan dan de oogen terstond stil, omdat de optokinetische na-nystagmus naar rechts gecompenseerd wordt door de tegelijkertijd optredende vestibulaire na-nystagmus naar links. Onder physiologische omstandigheden, waarbij men passief gedraaid wordt met open oogen, zal dit altijd het geval zijn, zoodat men eensdeels tijdens draaien door de optokinetische prikkel het retinabeeld van de omgeving kan vasthouden en anderdeels zal men bij plotseling stoppen in staat zijn direct een beeld van de omgeving te fixeren zonder gestoord te worden door de vestibulaire na-nystagmus, wat het gevolg is van de optokinetisch-labyrinthaire samenwerking.

Indien het juist is, dat hierin een deel van de betekenis van de nystagmus gelegen is, dan vloeit hieruit een andere vereischte voort, n.l. dat onder alle omstandigheden de vestibulaire nystagmus loodrecht moet staan op de draaiingsas, waarom gedraaid is geworden. Gaat men hiervoor de genomen rotatie-proeven nog eens na, dan is reeds op blz. 99 aangetoond, dat bij het gaan van de staande houding naar de totale zijligging en verder,

het vlak van de nystagmus steeds loodrecht staat op de draaiingsas. Iets anders is dit voor de proeven genomen uit staande houding naar totale rugligging. Gaat men eerst na, welke vorm van nystagmus daarbij in verschillende standen zou moeten optreden om aan de gestelde regel te voldoen. Om een stilstaand beeld te krijgen, moeten de oogen draaien om assen evenwijdig aan de draaiingsas van de schijf, dus om verticaalstaande assen. Dan alleen is de beweging van het oog evenwijdig aan de buitenwereld. Beschouwt men het oog als een bol, dan kan men zeggen, dat de rotatie van deze bol in de ruimte in alle standen dezelfde is, doch met dit verschil, dat het midden van de cornea zich in elke stand op een andere plaats van die bol bevindt. Zoo zal bij totale rugligging de cornea juist op de bovenpool van de bol liggen, zoodat in deze stand een rotatoire nystagmus aan het doel zal beantwoorden, terwijl in staande houding de cornea langs de aequator van de bol zal heen-en-weergaan, wat overeenkomt met een horizontale nystagmus. In de tusschenliggende standen zal de cornea zich in één van de breedtegraden moeten voortbewegen, zoodat bij overgang van staande in liggende houding, dus op de bol van aequator naar pool, de horizontale component van de nystagmus moet afnemen en de rotatoire factor moet toenemen, terwijl een geringe verticale beweging in de nystagmus mogelijk kan zijn. Zet men hiernaast de gevonden resultaten, dan blijkt in staande houding inderdaad de nystagmus horizontaal te zijn. Naarmate meer de liggende houding bereikt wordt, neemt de rotatoire component van de nystagmus toe en eveneens neemt de horizontale af, doch om gelijk nul te worden op het oogenblik, waarop het horizontale kanaal verticaal komt te staan. Daarna, dus ook in totale rugligging, is weer een horizontale component aanwezig. Had het oog aan de gestelde eisch, het onbeweeglijk houden van het beeld, geheel voldaan, dan had het omslaan van de horizontale

component in tegengestelde richting eerst in totale rugligging mogen plaats vinden en niet tusschen 15° en 30° . De hellingshoek van het horizontale kanaal naar achter is vermoedelijk de oorzaak, dat de oogen onder deze omstandigheden niet geheel aan de gestelde eisch voldoen. Men zou zich op speculatief terrein begeven om iets te zeggen of te denken over de verhouding tusschen het horizontale vlak en het vlak, waarin men gewoon is zijn horizontale kanaal te dragen. Zoolang hierover niets nader bekend is, kan geen verdere verklaring gegeven worden.

SAMENVATTING.

- I. Aan de nystagmograaf volgens Struycken-Kuilman zijn de navolgende veranderingen aangebracht:
 - 1°. Het belichtingslampje is losgemaakt van de camera en vervangen door een 6-Volt fietslantaarnlampje en omgeven door een vacuümglas. De cylinderlens voor het gloeilampje geplaatst, is zoodanig versterkt, dat de lichtstralen vereenigd worden tot een brandlijn, waardoor de platinabolletjes sterker belicht worden.
 - 2°. Het platinastiftje is vorkvormig gemaakt om de invloed van de middelpunt-vliedende kracht bij rotatoire oogbewegingen te elimineeren.
 - 3°. In de camera zijn beide spoelen lichtdicht afgedekt.
 - 4°. Een instelprisma maakt het mogelijk, tijdens gevulde camera de beeldpunten van de verlichte platinabolletjes waar te nemen, doordat de lichtstralengang afgebogen wordt naar een op de deur van de camera aangebracht matglas.
 - 5°. Het tijdsein is vervangen door een neonsignaal-lampje van Philips van 220 Volt.
 - 6°. Alle handelingen, die aan de camera moeten geschieden, zijn ondergebracht in één bedieningsknop.
 - 7°. De bijtplaat, die de te onderzoeken persoon in de mond krijgt, is belangrijk kleiner gemaakt. Het wentelstatief volgens Grahe is ongewijzigd gehandhaafd.

- II. De analyse der curven is opnieuw behandeld, waarbij de amplitudo en de snelheid van de nystagmus in hoeken zijn uitgedrukt.
 - III. Nystagmographisch onderzoek van het evenwichtsorgaan van de mensch:
 - 1°. Verscheidene reeksen van nystagmogrammen zijn gedurende rotatie bij een aantal normale proefpersonen opgenomen in verschillende lichaamsstanden.
 - a. Het bleek, dat in de reeksen, gaande van staande houding naar totale zijligging, de nystagmus loodrecht staat op de draaiingsas.
 - b. Wordt van staande houding naar totale rugligging gegaan, dan keert de horizontale component van de nystagmus van richting om, wanneer de lichaamsas een hoek van 15° — 30° met de horizon maakt.
 - 2°. Nystagmogrammen in verschillende lichaamsstanden opgenomen na calorische prikkeling van één van de labyrinthen toonen een omkeer van de horizontale nystagmus aan, al naar gelang de horizontale booggang naar voren of naar achteren helt.
 - IV. Bij een drietal *patienten met ooraandoeningen* zijn tijdens rotatie nystagmogrammen opgenomen. Een van hen heeft tengevolge van een ongeval met zekerheid de functie van het rechter-labyrinth verloren. De nystagmogrammen bij hem tijdens draaien naar links en tijdens draaien naar rechts opgenomen, doen duidelijk het verschil in sterkte van de nystagmus zien in de zin van de theorie van Ewald.
-

LITERATUUR-OVERZICHT.

1. Bárány, R. Untersuchungen über den vom Vestibularapparat des Ohres reflektorisch ausgelösten rhythmischen Nystagmus und seine Begleiterscheinungen.
Monatschr. f. Ohrenh. 40, pag. 193, 1906.
2. — Physiologie und Pathologie (Funktions-Prüfung) des Bogengangapparates beim Menschen.
Leipzig und Wien; 1907.
3. Blumenthal, A. Weitere experimentelle Beiträge zur Erklärung des kalorischen Nystagmus.
Passow Schaeffers Beiträge 22, pag. 180, 1925.
4. Borries, G. V. Th., Theorie des kalorischen Nystagmus.
Arch. f. Ohren-Nasen- u. Kehlkopfh. 113, pag. 117, 1925.
5. Ter Braak, J. W. G., Untersuchungen über optokinetischen Nystagmus.
Arch. Néerl. de Physiol. de l'homme et des animaux 21, pag. 309, 1936.
6. Breuer, J., Ueber die Function der Bogengänge des Ohrlabyrinthes.
Wien. Med. Jahrbücher, 1874.
7. — Beiträge zur Lehre vom statischen Sinne. (Gleichgewichtsorgan, Vestibularapparat des Ohrlabyrinthes).
Wien. Med. Jahrbücher, 1875.
8. Brünings. Beiträge zur Theorie, Methodik und Klinik der kalorimetrischen Funktionsprüfung des Bogengangapparates.
Ztschr. f. Ohrenheilk. 63, pag. 20, 1911.
9. Brünings und Frenzel. Methoden zur Untersuchung des Vestibularapparates beim Menschen.
Handb. der biolog. Arbeitsmeth. von Abderhalden Abt. V, Tl. 7, H. I.
10. Buys. Beitrag zum Studium des Drehnystagmus.
Monatschr. f. Ohrenh. 47, pag. 675, 1913.
11. Coburn, E. B. The ophthalmo-kinetograph, an apparatus to record ocular movements.
Arch. of ophthalmology 34, pag. 1, 1905.

12. Coppez, H. La nystagmographie.
Arch. d'ophtalmologie 30, pag. 693, 1910.
13. Cords Richard. Ueber Hebelnystagmographie.
V. Graefes Arch. f. Ophthalm. 118, pag. 771, 1927.
14. Dodge, R. and Th. S. Cline. Angle velocity of eye movements.
Psychol. Review 8, pag. 145, 1901.
15. Dohlman, G., Physikalische und physiologische Studien zur Theorie des kalorischen Nystagmus.
Acta Otolaryngol. Suppl. V., 1925.
16. ——— Towards a method for quantitative measurement of the functional capacity of the vestibular apparatus.
Acta Otolaryngol. 23, pag. 50, 1935.
17. Dusser de Barenne, J. G. and A. de Kleijn. On reciprocal innervation of the eyemuscles in the tonic labyrinthine reflexes.
Acta Otolaryngol. 16, pag. 96, 1931.
18. Eckert, A. Ist der Nystagmus bei kalorischen Schwach- und Starkreizen physikalisch oder physiologisch bedingt?
Ztschr. f. H. N. O. heilk. 2, pag. 165, 1922.
19. Engelking, E. Ueber die Bedeutung kortikaler Erregungen für die Form und das Auftreten des einseitigen vertikalen und des latenten Nystagmus.
Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 68, pag. 50, 1922.
20. Ewald, E. Physiologische Untersuchungen über das Endorgan des Nervus octavus.
Wiesbaden, 1892.
21. Fromm, B. and C. O. Nylén. Cinematograph film of positional Nystagmus.
Acta Otolaryngol. 22, pag. 370, 1935.
22. Galley, L. Ein neues Nystagmograph. (Mikro-kinetogrâph).
Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg. Abt. I, Bd. 101, pag. 182, 1927.
23. Grahe, K. Beiträge zur kalorischen Auslösung der Vestibularreaktionen.
Passow-Schaefers Beiträge 15, pag. 167, 1920.
24. ——— Weitere Mitteilungen über die Auslösung des Nystagmus durch 5 ccm Spülung.
Passow-Schaefers Beiträge 17, pag. 251, 1921.
25. ——— Zur Wirkungsweise des kalorischen Schwachreizes.
Passow-Schaefers Beiträge 19, pag. 101, 1923.
26. ——— Hirn und Ohr.
Leipzig, 1932.

27. Gütlich, A. Ueber die Möglichkeit eines Zusammenhanges zwischen Vestibularapparat und Temperaturempfinden der Haut.
Passow-Schaefers Beiträge 10, pag. 201, 1918.
28. De Kleijn, A. Einige experimentell-klinische Bemerkungen über die kalorische Reaktion.
Arch. f. Ohren-Nasen- u. Kehlkopfheilk. 122, pag. 169, 1929.
29. Kobrak, F. Beiträge zum experimentellen Nystagmus.
Passow-Schaefers Beiträge 10, pag. 214, 1918.
30. — Zur Physiologie, Pathologie und Klinik des vestibulären Nystagmus.
Passow-Schaefers Beiträge 11, pag. 244, 1919.
31. — Zur Wirkungsweise des kalorischen Schwachreizes.
Passow-Schaefers Beiträge 18, pag. 351, 1922.
32. Kobrak, H. Zur Ausschaltung des Fixation bei der Nystagmusbeobachtung.
Ztsch. f. Laryngol. usw. 22, pag. 426, 1932.
33. Kuilman, J. Nystagmographie tijdens draaibewegingen bij den mensch.
Dissertatie 1931, Leiden.
34. — Nystagmographie während der Drehung.
Ztschr. f. H. N. O. heilk. 35, pag. 85, 1933.
35. Kunz, L. und J. Ohm. Ein neues Verfahren der Reihenbildaufnahme der Augenbewegungen.
Arch. f. Ophthalmologie 93, pag. 237, 1917.
36. Leisse, O. Beitrag zur Theorie des kalorischen Nystagmus.
Arch. f. Ohren-Nasen- u. Kehlkopfheilk. 116, pag. 1, 1927.
37. — Experimentelle Untersuchungen zur Theorie der thermischen Vestibularisreizung.
Arch. f. Ohren-Nasen- u. Kehlkopfheilk. 116, pag. 56, 1927.
38. — Ueber die Rolle des sensiblen Gehörgangreizes bei der kalorischen Labyrinthprüfung.
Arch. f. Ohren-Nasen- u. Kehlkopfheilk. 116, pag. 204, 1927.
39. Lorente de Nó, R. On the tonic labyrinth reflexes of the eyes.
Acta Otolaryngol. 9, pag. 163, 1926.
40. — Observations on nystagmus.
Acta Otolaryngol. 21, pag. 416, 1935.
41. Magnus, R. Körperstellung.
Berlin, 1924.

42. Magnus, R. und A. de Kleijn. Experimentelle Physiologie des Vestibularapparates bei Säugetieren mit Ausschluss des Menschen.
Alexanders Handb. der Neurologie des Ohres Bd. I, S. 517.
43. Maier, M. und H. Lion. Experimenteller Nachweis der Endolymphbewegung im Bogengangapparat des Ohrlabyrinthes bei adaequater und kalorischer Reizung.
Pflügers Arch. f. Physiologie 187, pag. 47, 1921.
44. Majewski, K. Eine neue Methode der klinischen Nystagmographie.
Arch. f. Ophthalmologie 96, pag. 140, 1918.
45. Meyers, I. L. Electronystagmography. A graphic study of the action currents in nystagmus.
Arch. of Neurol. 27, pag. 901, 1929.
46. Muck O. Ueber den sicheren Nachweis vasoconstrictorischer Vorgänge an der Arteria auditiva während der kalischen Reizung des Ohrlabyrinthes.
Ztschr. f. H. N. O. heilk. 22, pag. 443, 1929.
47. Nordenson, C. Demonstration Nystagmograph von Dohlman.
Deutsch. Ophthalm. Gesell. Heidelberg, 1928.
48. Ohm, J. Zur graphischen Registrierung des Augenzitterns der Bergeleute und der Lidbewegungen.
Ztschr. f. Augenheilk. 32, pag. 4, 1914.
49. ——— Eine Registriervorrichtung für wagerechte Augen- und Lidbewegungen.
Ztschr. f. Augenheilk. 36, pag. 198, 1916.
50. ——— Fernübertragung des Augenzitterns auf elektrisch-optischen Wege.
Ztschr. f. Augenheilk. 56, pag. 371, 1925.
51. ——— Verbesserungen an meinem Nystagmographen.
Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 76, pag. 791, 1926.
52. ——— Ueber den Einfluss des Sehens auf den vestibulären Drehnystagmus und Nachnystagmus. Mitt. I.
Ztschr. f. H. N. O. heilk. 16, pag. 521, 1926.
53. ——— Ueber den Einfluss des Sehens auf den vestibulären Drehnystagmus und Nachnystagmus. Mitt. II.
Ztschr. f. H. N. O. heilk. 17, pag. 259, 1927.
54. ——— Ueber den Einfluss des Sehens auf den vestibulären Drehnystagmus und Nachnystagmus. Mitt. III.
Ztschr. f. H. N. O. heilk. 19, pag. 87, 1928.

55. — Bessere Kurven des vestibulären Drehnystagmus.
Ztschr. f. H. N. O. heilk. 19, pag. 467, 1928.
56. — Die Hebelnystagmographie (Ihre Geschichte, Fehler, Leistungen und Vervollkommnung).
Arch. f. Ophthalmologie 120, pag. 235, 1928.
57. — Optokinetische Nystagmus und Nystagmographie im Dienste der Hirndiagnostik. Mitt. I.
Arch. f. Augenheilk. 106, pag. 185, 1932.
58. — Optokinetische Nystagmus und Nystagmographie im Dienste der Hirndiagnostik. Mitt. II.
Arch. f. Augenheilk. 106, pag. 531, 1932.
59. Polacco, B. Registrazione grafica del nistagmo oculare mediante un metodo capacitivo.
Arch. di Fisiol. 35, pag. 118, 1935.
Refer. Zentralbl. f. H. N. O. heilk. 26, pag. 499, 1936.
60. Rademaker, G. G. J. Réactions labyrinthiques et équilibre.
Paris, 1935.
61. Schackwitz, A. Apparat zur Aufzeichnung der Augenbewegungen beim zusammenhängenden Lesen (Nystagmograph).
Ztschr. f. Psychol. u. Physiol. der Sinnesorgane Abt. I 63, pag. 442, 1913.
62. Schmaltz, G. und G. Völger. Ueber die Temperaturbewegung im Felsenbein bei der kalorischen Reizung des Vestibularapparates.
Pflügers Arch. f. Physiol. 204, pag. 708, 1924.
63. Spitzer, A. Ueber die Funktion der Bogengänge des Ohrlabyrinthes.
Monatschr. f. Ohrenheilk. 59, pag. 1131, 1925.
64. Steinhausen, W. Ueber Sichtbarmachung und Funktionsprüfung der Cupula terminalis in den Bogengangsampullen des Labyrinthes.
Pflügers Arch. f. Physiol. 217, pag. 747, 1927.
65. — Ueber die Eigenbewegung der Cupula in den Bogengangsampullen des Labyrinthes Vorl. Mitt.
Pflügers Arch. f. Physiol. 229, pag. 439, 1932.
66. — Ueber die Beobachtung der Cupula in den Bogengangsampullen des Labyrinthes des lebenden Hechts.
Pflügers Arch. f. Physiol. 232, pag. 500, 1933.
67. — Ueber die Cupula.
Ztschr. f. H. N. O. heilk. 39, pag. 19, 1935.
68. Steinwand, A. Eine klinisch-praktische Methode zur op-

- tischen Registrierung des Nystagmus, insbesondere bei optokinetischen und rotatorischen Erzeugung.
Pflügers Arch. f. Physiologie 228, pag. 503, 1931.
69. Stratton, G. M. Eye-movement and the aesthetics of visual form.
Wundts Philos. Studien 20, pag. 336, 1902.
Refer. Tigerstedts Handb. der physiologischen Methodik.
 70. Struycken, H. J. L. Het registreeren van den nystagmus.
Ned. Tijdschr. v. Geneesk. 62, pag. 621, 1918.
 71. — Verbeteringen in het fotografeeren van den nystagmus.
Versl. Ned. K. N. O. heilkundige ver. Nov. 1919,
in Ned. Tijdschr. v. Geneesk. 64, pag. 841, 1920.
 72. Tiumjanzeff, N. T. Kann man beim Studium des Drehnystagmus die Wechselbeziehung zwischen den Ampullen und der Drehachse umgehen?
Monatschr. f. Ohrenheilk. 63, pag. 1203, 1929.
 73. Topolanski. Arch. f. Ophthalmologie 46, pag. 452, 1898.
 74. Undritz, W. Ueber den Einfluss verschiedener Versuchsbedingungen auf den Drehnystagmus und über die Bedeutung der contralaterale Verbindungsfasern des N. vestibularis.
Ztschr. f. H. N. O. heilk. 19, pag. 444, 1928.
 75. Verhage, J. W. C. Mijnwerkersnystagmus en adaptatiestoornissen.
Dissertatie 1938, Leiden.
 76. Vernon, M. D. Methods of recording eye movements.
Brit. Journal of ophthalmology 12, pag. 113, 1928.
 77. Verrijp, C. D. On the analysis of ocular movements.
Proc. Kon. Acad. van Wetensch. 31, No. 3, 1928.
 78. — Ocular movements.
Arch. of ophthalmology 4, pag. 73, 1930.
 79. — On the analysis of ocular movements.
Verh. der Kon. Acad. van Wetensch. 25, No. 6, 1930.
 80. — On the analysis of ocular movements.
Verh. der Kon. Acad. van Wetensch. 30, No. 4, 1933.
 81. Wiedersheim, O. Zur Technik der optischen Wiedergabe der Nystagmusbahn.
Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 83, pag. 7, 1929.
 82. — Ueber Photonystagmographie.
Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 86, pag. 32, 1931.

83. — Die Aufnahme der Schwingungsbahn beider Augen mit dem Photonystagmographen.
Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 89, pag. 341, 1932.
84. Witmer, J. Ueber Nystagmographie.
Arch. f. Ophthalmologie 93, pag. 226, 1917.
85. Wittmaack, K. Ueber den Tonus der Sinnesendstellen des Innenohres. Mitt. I.
Arch. f. Ohren-Nasen- u. Kehlkopfheilk. 114, pag. 278, 1926.
86. — Ueber den Tonus der Sinnesendstellen des Innenohres. Mitt. II.
Arch. f. Ohren-Nasen- u. Kehlkopfheilk. 117, pag. 241, 1928.
87. — Ueber den Tonus der Sinnesendstellen des Innenohres. Mitt. III.
Arch. f. Ohren-Nasen- u. Kehlkopfheilk. 120, pag. 256, 1929.
88. Zeiss. Ein Zusatzgerät (zum Wiedersheimschen Photonystagmographen) zur Photoregistrierung beider Augen unter gleichzeitigen Darbietung vom Fixierobjekten veränderlicher Höhe.
Ber. dtsch. ophthalmol. Gesellsch. pag. 509, 1932.

The following is a list of the names of the persons who have been appointed to the various offices of the County of Los Angeles, California, for the year 1907.

County Clerk: J. H. ...

County Auditor: ...

County Assessor: ...

County Engineer: ...

County Surveyor: ...

County Jailor: ...

County Jail Warden: ...

County Jail Keeper: ...

County Jail Cook: ...

County Jail Baker: ...

County Jail Porter: ...

County Jail Watchman: ...

County Jail Janitor: ...

County Jail Laundryman: ...

County Jail Carpenter: ...

County Jail Blacksmith: ...

County Jail Barber: ...

County Jail Tailor: ...

County Jail Shoemaker: ...

County Jail Saddler: ...

County Jail Harness Maker: ...

County Jail Upholsterer: ...

County Jail Painter: ...

County Jail Plumber: ...

County Jail Electrician: ...

County Jail Carpenter: ...

County Jail Blacksmith: ...

County Jail Barber: ...

County Jail Tailor: ...

County Jail Shoemaker: ...

County Jail Saddler: ...

County Jail Harness Maker: ...

County Jail Upholsterer: ...

County Jail Painter: ...

County Jail Plumber: ...

County Jail Electrician: ...

STELLINGEN.

I.

De stroomingstheorie geeft de beste verklaring van de wijze van overbrenging van de perifere prikkel op het zintuigepitheel van de booggangen, zoowel voor calorische prikkel, als voor die, veroorzaakt door rotatie.

II.

Het beeld van een hersentumor kan door een cerebrale allergische aandoening, een angioneurosis cerebri, veroorzaakt worden.

III.

Een operatie aan de sympathicus is niet aan te bevelen ter bevordering van de fractuurgenezing, noch ter genezing van een bestaande pseudarthrose.

IV.

De corpora amylacea in het centrale zenuwstelsel ontstaan uit ascynders.

V.

Bij het toepassen van intratracheale injecties houde men rekening met het snelle resorptievermogen van de long.

VI.

Het is waarschijnlijk, dat de physiologische veranderingen in de larynx gedurende de graviditeit, mede een nadeelige invloed uitoefenen op het verergeren van een aanwezige larynx-tuberculose.

VII.

Bij een belangrijke chemische of thermische verbranding van het oog is het noodzakelijk, onmiddellijk een plastiek toe te passen.

VIII.

Bij patienten, lijdende aan een ernstige vorm van agranulocytose, is het toepassen van een transfusie aan te raden van bloed, dat gedurende een kunstmatig opgewekte koorts de geveer is ontnomen.

IX.

Ter vermindering van het besmettingsgevaar voor tuberculose op de scholen is het noodig, dat niet alleen de onderwijzers, doch ook de leerlingen worden gekeurd en regelmatig geherkeurd.

X.

Tengevolge van het onevenredig stijgen van het aantal artsen, ten opzichte van de aanwas der bevolking en de dalende welstand is het noodig, dat er een onderling pensioenfonds van geneeskundigen kome.





