

## ÍNDICE

Recherche sur la composition proteinique des tissus oculaires au moyens de nouvelles methodes de recherches électrophoretiques	
<b>G. Scuderi — L. Cardia — G. Sborgia</b> .....	175
Sur la deamination des amino-acides naturels de la membrane cornéenne	
<b>G. Scuderi — L. Cardia — G. Sborgia</b> .....	201
Criofacectomia	
<b>J. M. Queiroz Abreu — Manoel Abreu</b> .....	209
Contribuição ao estudo da convergência assimétrica	
<b>Harley E. A. Bicas</b> .....	219
Testes subjetivos para astigmatismo — Teste do Dial	
<b>Aderbal A. Alves</b> .....	241

### SOCIEDADE BRASILEIRA DE OFTALMOLOGIA

Nossas últimas sessões — 3. <sup>a</sup> , 4. <sup>a</sup> e 5. <sup>a</sup> Sessões Ordinárias .....	253
6. <sup>a</sup> Sessão Extraordinária .....	253
Novos Sócios .....	253
Diretoria de Cursos .....	254
Prêmio Adaga August Lohnstein — 1969 .....	255

### VÁRIAS

Óbitos — Dr. Clovis Debenedito — Dr. Jorge Arturo Borring .....	257
Hospital dos Servidores do Estado — Residência .....	257
Asociación Panamericana de Oftalmologia .....	257

II Simpósio Internacional de Ergoftalmologia .....	258
III Conselho Internacional de Ergoftalmologia .....	259
Conselho Brasileiro de Oftalmologia .....	259
XXI Congresso Internacional de Oftalmologia .....	259

## LIVROS NOVOS

Catarata na criança e no jovem — <b>Afonso Fatorelli</b> .....	261
Kurzzeit-Lichtkoagulation (Lichtkoagulator 5000) — <b>Dietrich Comberg</b> .....	261
Atlas d'Histologie et d'Ultrastructure du globe oculaire — <b>Ives Pouliquen</b> .....	261
Transactions of the Pacific Coast Oto-Ophthalmological Society .....	262
Oftalmologia Especial, Teórica y Clínica — <b>Manuel Marquez</b> .....	262
Saggi di Oftalmologia — <b>G. Cristini</b> .....	262

# Revista Brasileira de Oftalmologia

DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE OFTALMOLOGIA

Vol. XXVIII

Setembro de 1969

N.º 3

INSTITUT DE CLINIQUE OCULISTIQUE DE L'UNIVERSITE' DE BARI

Directeur: Prof. G. SCUDERI

## RECHERCHE SUR LA COMPOSITION PROTEINIQUE DES TISSUS OCULAIRES AU MOYENS DE NOUVELLES METHODES DE RECHERCHES ELECTROPHORETIQUES

(Protéines, lipoprotéines, glycoprotéines de la cornée)

G. SCUDERI  
L. CARDIA  
G. SBORGIA

### PROTEINES

Le comportement électrophorétique des protéines cornéennes de boeuf a été étudié expérimentalement par différents Auteurs qui se sont intéressés surtout à l'épithélium cornéen. Ce sont: KLINGMULLER et SCHROEDER (1953), MUNICH et OSWALD (1955), FRANÇOIS et RABAEY (1956) STEINVORTH (1969), WATANABE et TSUTSUI (1961), KAWERAU et OTT (1961), SCUDERI (1962).

Les différents Auteurs ont constaté dans l'épithélium de trois à cinq fractions (Tableau n. 1); sur leur mobilité, par rapport à celle du sérum de boeuf qu'on a fait migrer en parallèle, seuls FRANÇOIS et RABAEY, WATANABE et TSUTSUI, KAWERAU et OTT, SCUDERI ont donné des hypothèses d'interprétation (Tableau n. 2).

FRANÇOIS et RABAEY ont constaté en outre, en avant de la fraction II de leurs phérogrammes, la présence d'une zone particulièrement positive à la réaction benzidine-péroxydase, en concluant que cette réaction est due à la présence sur l'épithélium cornéen d'une très petite quantité d'hémoglobine, provenant du sang.

Les mêmes Auteurs ont constaté aussi que la réaction P.A.S. est positive au niveau de la fraction III de leurs phérogrammes.

Recebido para publicação em 20-VII-69.

TABLEAU 1 — Fractions protéiniques mises en évidence para les Auteurs dans l'épithélium cornéen.

AUTEURS	F R A C T I O N S				
	I	II	III	IV	V
MUNICH OSVALD	3,63%	20,96%	59,55%	15,86%	
FRANÇOIS RABAEY	12%	65%	9%	6,5%	
STEINWORTH	11%	52%	17%	13%	
WATANABE TSUTSUI	38%	65%	7%		
KAWERAU OTT	11%	65%	16,3%	3,7%	4%
SCUDERI	33,6%	39,3%	27,1%		

TABLEAU 2 — Hypothèse d'interprétation des fractions protéiniques de l'épithélium cornéen

AUTEURS	P O S I T I O N									
	Albu- mine		$\alpha_1$		$\alpha_2$		$\beta$		$\gamma$	
FRANÇOIS RABAEY				I				II	III	IV
WATANABE TSUTSUI					I				II	III
KAWERAU			I				II	III	IV	V
SCUDERI				I			II		III	

Quant au comportement électrophorétique des protéines du stroma cornéen, la littérature ne donne, pour autant que nous en sachons, que les recherches de WATANABE et TSUTSUI aussi bien que celles de KAWERAU et OTT, qui constatèrent respectivement trois et quatre distinctes fractions (Tableau n. 3); sur leur mobilité ils ont donné des hypothèses d'interprétation (Tableau n. 4).

TABLEAU 3 — Fractions protéiniques mises en évidence par les Auteurs dans le stroma cornéen.

AUTEURS	F R A C T I O N S			
	I	II	III	IV
WATANABE TSUTSUI	10,5%	16,4%	73%	
KAWERAU OTT	14,1%	8,8%	55,6%	14,7%

TABLEAU 4 — Hypothèse d'interprétation des fractions protéiniques du stroma cornéen

AUTEURS	P O S I T I O N									
	Albu- mine		$\alpha_1$		$\alpha_2$		$\beta$		$\gamma$	
WATANABE TSUTSUI		I			II					III
KAWERAU OTT	I		II				III	IV		

Au sujet de l'endothélium cornéen, nous n'avons trouvé en littérature que les données concernant les recherches de KAWERAU et OTT, et SCUDERI qui ont mis en évidence respectivement quatre et trois distinctes fractions (Tableau n. 5) et sur leur mobilité ils ont donné des hypothèses d'interprétation (Tableau n. 6).

TABLEAU 5 — Fractions protéiniques mises en évidence para les Auteurs dans l'endothélium cornéen.

AUTEURS	F R A C T I O N S			
	I	II	III	IV
KAWERAU OTT	10,3%	53,8%	19,4%	16,5%
SCUDERI	37,1%	48,4%	14,5%	

TABLEAU 6 — Hypothèse d'interprétation des fractions protéiques de l'endothélium cornéen

AUTEURS	P O S I T I O N									
	Albu- mine		$\alpha_1$		$\alpha_2$		$\beta$		$\gamma$	
KAWERAU OTT							I	II	III	IV
SCUDERI			I				II		III	

Les Auteurs intéressés à cet argument ont obtenu les résultats susmentionnés en utilisant l'électrophorèse sur papier suivant la technique de GRASSMANN-HANNING (solution tampon au véronal de Michaelis à pH 8,6 et force ionique 0,1).

Nous avons cru bon d'étudier d'une façon plus détaillée et plus complète le comportement électrophorétique des protéines hydrosolubles de la membrane cornéenne.

Les substances à étudier étant les protéines de l'épithélium, du stroma et de l'endothélium cornéen de boeuf, nous avons utilisé pour atteindre ce but, une nouvelle méthode d'électrophorèse sur acétate de cellulose qui permet: 1) une augmentation remarquable de la résolution des bandes; 2) une séparation rapide; 3) une réduction d'erreur de la densimétrie.

## TECHNIQUE

**Préparation des extraits.** Pour nos recherches nous avons utilisé des yeux de boeuf dont nous avons séparé les cornées tout de suite après l'abattage de l'animal. L'épithélium cornéen était isolé du stroma à l'aide d'un bistouri de Graefe, ensuite on isolait l'endothélium cornéen au microscope à dissection.

Les trois structures ainsi préparés étaient homogénéisées à froid pendant 15' environ en Potter par un pilon en Teflon (1 ml de solution pour 2 g de tissu frais).

L'homogénate était centrifugé en centrifugeur réfrigéré à 17.000 tours/m pendant 15' et l'on analysait immédiatement à l'électrophorèse le liquide surnageant ainsi obtenu.

Le contenu en protéines était déterminé par la méthode de GORNALL et il résultait variable selon la solution employée pour l'extraction. Par exemple, en employant une solution tampon au véronal sodique et une solution à l'acide borique KCl—NaOH, pH 8,6 et  $\mu$  0,051, les extraits d'épithélium cornéen montraient une concentration en protéines d'environ 1,5 g/100 ml, les extraits de stroma une concentration de 0,92 g/100 ml, les extraits d'endothélium une concentration de 0,75 g/100 ml.

On obtenait au contraire une concentration en protéines un peu plus forte, savoir 2,73 g/100 ml pour l'épithélium, 2,15 g/100 ml pour le stroma et 1,61 g/100 ml pour l'endothélium si l'extraction était effectuée en employant une solution NaCl 1,5 M (concentration finale 1 M); voilà pourquoi nous avons cru bon d'utiliser toujours ce traitement.

Nous avons aussi effectué des phérogrammes en utilisant des extraits de l'endothélium à plus forte concentration (2,05 g/100 ml) et en employant la technique suivante: on mettait l'extrait dans une membrane pour dialyse et pendant 25' environ on le portait en contact avec de la poudre pure de Polyvinylepyrrolidone. Les extraits présentaient un aspect limpide.

**Analyse électrophorétique.** Nous avons utilisé l'appareil Elvi 20 alimentateur pour électrophorèse à moyenne tension et à haut courant. Les bandes étaient en acétate de cellulose Elvi Microphor (160 x 25 mm) et la ligne de départ était du côté de la cathode, à la distance d'environ 1 cm à partir du bout de la bande suspendue. Nous avons utilisé la tampon barbiturique pH 8,6 mu 0,1. L'intensité du courant employé était de 2 mA pour chaque bande; la durée de la migration était de 2h à 200 Volts

Le volume d'extrait de cornée employée était de 4  $\mu$ l; l'une des 8 bandes de la chambre humide Elvi 211 était réservée au sérum de boeuf choisi comme échantillon de rapport pour la mobilité des fractions protéiniques présentes dans les extraits cornéens étudiés. Toutes les électrophorèses étaient effectuées en température ambiante.

**Coloration des bandes.** La migration électrophorétique terminée, les bandes étaient plongées dans une cuvette en verre contenant l' amino-schwarz Elvi China (R 3010).

La décoloration s'est faite au moyen de 3-4 lavages successifs de 5' chacun en utilisant du décolorant pour amino-schwarz Elvi China (R 3011).

Après avoir sorti les membranes du colorant, on les plaçait sur une plaque de verre et l'on avait le soin d'éliminer le décolorant, s'il y en avait de trop, à l'aide d'une feuille à filtrer.

La plaque de verre était introduite pendant 5' dans thermostat à 80°—120°C; le séchage rendait la bande transparente qui était alors prête pour la lecture photométrique

Nous avons en outre effectué sur les phérogrammes la réaction benzidine-péroxydase et la réaction P.A.S.

#### **Evaluation quantitative des fractions.**

Les phérogrammes obtenus étaient examinés au photomètre Elvi 140 et l'on déterminait pour chaque tracé les registrations de la courbe d'extinction, l'intégration des valeurs et le pourcentage des fractions.

## RESULTATS ET CONCLUSION

**Epithélium cornéen.** Nous allons étudier le phérogramme en procédant de l'anode à la cathode.

Les figures n. 1 et n. 2 montrent deux phérogrammes d'épithélium cornéen obtenu par le traitement précédemment décrit.



FIG. 1 — Epithélium cornéen: protéines.

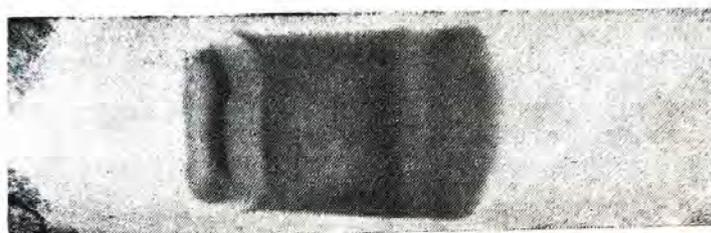


FIG. 2 — Epithélium cornéen: protéines.

Si l'on considère en général cette image, l'on constate qu'il y a présence de VI fractions distinctes et qu'une fraction prédomine fortement.

La fraction I, très faiblement colorée, représente 4% des protéines totales solubles dans l'extrait d'épithélium cornéen de boeuf; on constate alors que, si l'on vérifie cette fraction par rapport aux fractions protéiniques du phérogramme de boeuf qu'on a fait migrer au même niveau, elle se situe entre l'albumine et l' $\alpha_1$  globuline.

La fraction II, représentant 10% des protéines totales, correspond à l' $\alpha_1$  globuline.

La fraction III, représentant 12% des protéines totales, se situe entre l' $\alpha_1$  et l' $\alpha_2$  globuline.

La fraction IV, plus marquée, représente 49% des protéines solubles et se situe au niveau de la  $\beta_2$  globuline.

La fraction V, représentant 14% des protéines totales, se situe au même endroit que la  $\gamma$  globuline.

La fraction VI, représentant 11% des protéines totales, se situe entre la  $\gamma$  globuline et le point de déposition.

Ces résultats sont donnés aux Tableau n. 7 et n. 8 et au Diagramme n. 1. Nous n'avons pas constaté une réaction benzidine-peroxydase positive dans la zone à coloration homogène et à forte concentration en protéines, située entre les fractions

TABLEAU 7 — Epithélium cornéen: Protéins.

F R A C T I O N S					
I	II	III	IV	V	VI
4%	10%	12%	49%	14%	11%

TABLEAU 8 — Epithélium cornéen: Hypothèse l'interprétation des fractions protéiniques mises en évidence.

P O S I T I O N											
Albu- mine		$\alpha_1$		$\alpha_2$		$\beta_1$		$\beta_2$		$\gamma$	
	I	II	III					IV		V	VI

III et IV de nos tracés, correspondant à l'endroit situé en avant de la fraction II des phérogrammes de FRANÇOIS et RABAEY.

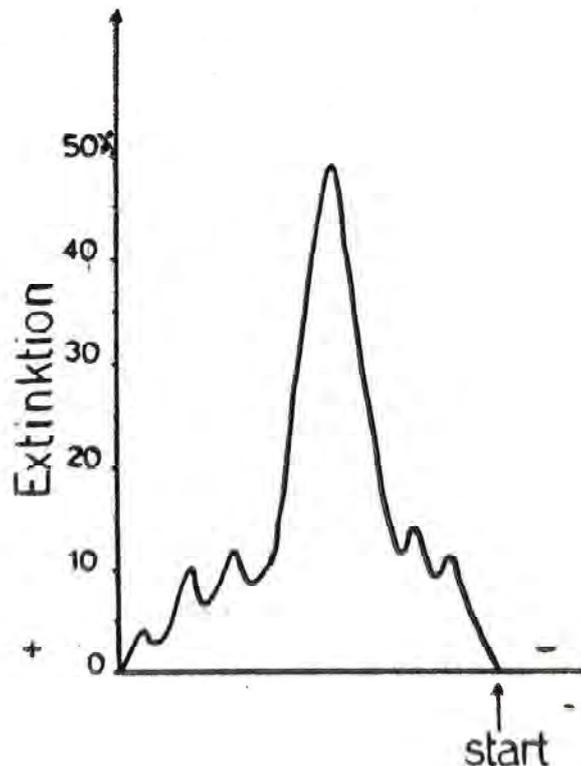


Diagramme 1 — Epithélium cornéen: protéines.

La réaction P.A.S. était positive pour la fraction IV de nos tracés, et se situait au même niveau que la fraction III des phérogrammes de FRANÇOIS et RABAEY. Or, les substances suivantes se colorent positivement par la réaction de P.A.S. (PEARSE):

- 1) les polysaccharides qui ne sont pas solubles et n'ont de charge ionique;
- 2) les muco-polysaccharides qui présentent une coloration méthachromatique et ne se laissent pas colorer par les colorants protéiniques;
- 3) les muco-et les glycoprotéines;
- 4) les glycolipides et certains lipides et phospholipides non saturés que l'on peut extraire par des dissolvants liposolubles.

De ces faits et ayant constaté que dans nos phérogrammes la partie P.A.S. positive présent les caractéristiques suivantes;

- a) propriétés évidentes de charge ionique;
- b) on la trouve au niveau d'une fraction colorable par les colorants protéiniques;
- c) après traitement par le chloroforme, l'alcool et l'éther elle reste toujours aussi positive;

enfin, les examens histochimiques (FRANÇOIS et RABAEY, et SCUDERI) montrant des substances P.A.S. positives au niveau de l'épithélium cornéen; nous sommes obligés à conclure que la fraction V de nos tracés électrophorétiques des protéines de l'épithélium cornéen pourrait être un muco ou glycoprotide.

Nous admettons cependant que la positivité de la réaction P.A.S. pourrait être due à la présence d'un radical polysaccharide simple glycogène lié, dans la cellule, à une protéine.

Il s'agit là d'un problème séduisant et complexe que nous proposons de résoudre par la suite au moyen de recherches histochimiques.

**Stroma cornéen.** Nous allons étudier le phérogramme en procédant de l'anode à la cathode.



FIG. 3 — Stroma cornéen: protéines.

La Figure n. 3 montre une image de stroma cornéen obtenue par le traitement précédemment décrit.

Si l'on considère en général ce tracé, l'on constate qu'il y a présence de IV fractions distinctes et qu'une fraction prédomine fortement.

La fraction I, plus marquée par rapport aux autres, représente 45% des protéines totales solubles présentes dans l'extrait du stroma cornéen de boeuf; l'on constate

alors que si l'on vérifie cette fraction par rapport aux fractions protéiniques du phérogramme de sérum de boeuf, qu'on a fait migrer au même niveau, elle se situe à la même place que l' $\alpha_1$  globuline.

La fraction II, représentant 18% des protéines totales, correspond à l' $\alpha_2$  globuline.

La fraction III, représentant 28% des protéines totales, correspond à la  $\gamma$  globuline.

La fraction IV, représentant 9% des protéines totales, se situe entre la  $\gamma$  globuline et le point de deposition.

Ces résultats sont donnés aux Tableaux n. 9 et n. 10 et au diagramme n. 2.

TABLEAU 9 — Stroma cornéen: Protéines.

F R A C T I O N S			
I	II	III	IV
45%	18%	28%	9%

TABLEAU 10 — Stroma cornéen: Hypothèse d'interprétation des fractions protéiniques mises en évidence.

P O S I T I O N											
Albu- mine		$\alpha_1$		$\alpha_2$		$\beta_1$		$\beta_2$		$\gamma$	
		I		II						III	IV

Nous n'avons pas constaté une réaction benzidine-péroxydase positive dans la zone à forte coloration et à élevée concentration en protéines, situé entre les fractions II et III.

La réaction P.A.S. y est faiblement positive sur le phérogramme.

**Endothélium cornéen.** Nous allons étudier le phérogramme en procédant de l'anode à la cathode.

La Figure n. 4 montre une image d'endothélium cornéen obtenue par le traitement précédemment décrit. Si l'on considère en général cette image, l'on voit qu'il y a présence de IV fractions distinctes et qu'une fraction prédomine fortement.

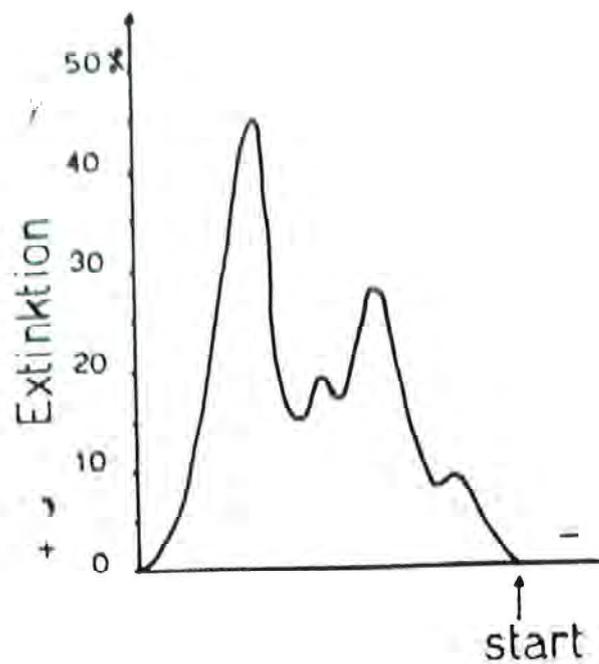


Diagramme 2 — Stroma cornéen: protéines.

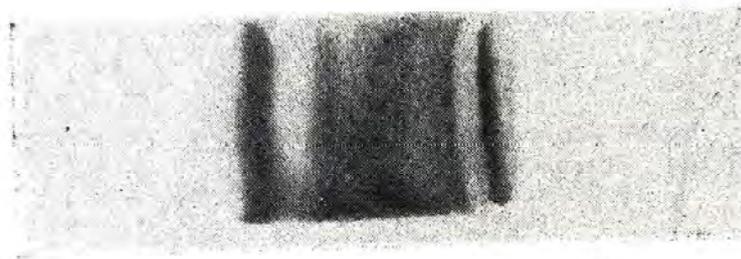


FIG. 4 — Endothélium cornéen: protéines.

La fraction I, plus marquée par rapport aux autres, représente 42% des protéines solubles présentes dans l'extrait d'endothélium cornéen de boeuf; l'on constate alors que si l'on vérifie cette fraction par rapport aux fractions protéiniques du phérogramme de sérum de boeuf, qu'on a fait migrer au même niveau, elle se situe entre l' $\alpha_2$  et la  $\beta_1$  globuline.

La fraction II, représentant 18,8% des protéines totales, correspond à la  $\beta_2$  globuline.

La fraction III, représentant 29% des protéines totales, correspond à la  $\gamma$  globuline.

La fraction IV, représentant 10,3% des protéines totales, se situe entre la  $\gamma$  globuline et le point de déposition.

Les Tableaux n. 11 et n. 12 et le diagramme n. 3 montrent les résultats obtenus.

Nos phérogrammes n'ont pas révélé une réaction benzidine peroxydase positive dans la zone à forte concentration en protéines, situé entre les fractions III et IV.

La réaction P.A.S. était fortement positive pour la fraction III. Pour l'interprétation de cette donnée, se référer aux mêmes conclusions concernant l'épithélium cornéen.

TABLEAU 11 — Endothélium cornéen: Protéines.

F R A C T I O N S			
I	II	III	IV
42%	18,8%	29%	10,3%

TABLEAU 12 — Endothélium cornéen: Hypothèse d'interprétation des fractions protéiniques mises en évidence

P O S I T I O N										
Albu- mine		$\alpha_1$		$\alpha_2$		$\beta_1$		$\beta_2$		$\gamma$
					I			II		III
										IV

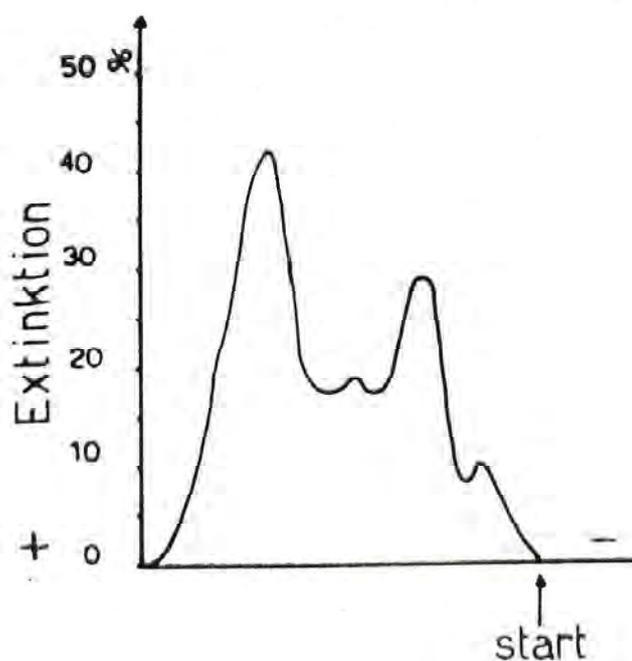


Diagramme 3 — Endothélium cornéen: protéines.

Nous pouvons maintenant conclure qu'il existe dans les phérogrammes d'extraits de protéines solubles d'épithélium cornéen, VI fractions distinctes et que la fraction III prédomine fortement.

La réaction de la benzidine-peroxydase était négative, tandis que pour FRANÇOIS et RABAEY elle était positive.

Au contraire, la réaction P.A.S. était fortement positive pour la fraction V, ainsi que l'avaient constaté FRANÇOIS et RABAEY pour la fraction IV, de leurs phérogrammes.

Cette fraction pourrait être un muco — ou un glycoprotide ou bien encore un complexe glycogène-protéine.

Les phérogrammes d'extraits de protéins solubles de stroma cornéen montrent IV fraction distinctes et que la fraction I prédomine fortement. La réaction à la benzidine-péroxydase était négative. Faiblement positive, au contraire, la réaction P.A.S. pour la fraction III.

Les phérogrammes d'extraits de protéins solubles d'endothélium cornéen ont révélé IV fractions distinctes et que la fraction I prédomine fortement. La réaction benzidine-péroxydase était négative.

La réaction P.A.S. pour la fraction III étant positive, l'on parvient aux mêmes conclusions concernant l'épithélium cornéen.

## LIPOPROTEINES

Afin de compléter les recherches électrophorétiques sur les différents composants de la membrane cornéenne, nous avons cru bon d'étudier même les lipoprotéines organiques hydrosolubles.

Au sujet de la recherche électrophorétique des lipoprotéines cornéennes, nous ne connaissons au littérature qu'un seul travail de STEINVORTH et MÜNICH.

Ces Auteurs ont utilisé la méthode de l'électrophorèse sur papier et ils ont employé une solution tampon au véronal de Michealis (pH 8,6) et la technique de coloration de Swahn. Ils ont ainsi étudié le comportement des lipoprotéines seulement dans l'épithélium cornéen de boeuf, en constatant la présence de deux distinctes fractions représentant respectivement 19,9% et 80% des lipoprotéines organiques totales hydrosolubles présentes dans l'extrait.

Au cours de nos recherches nous avons utilisé l'électrophorèse sur papier à filtrer en employant une toute récente technique de précoloration des échantillons permettant une évaluation bien plus précise par rapport aux techniques traditionnelles de coloration.

Les substances que nous avons étudiées étaient les lipoprotéines de l'épithélium, du stroma et de l'endothélium cornéen de boeuf.

## TECHNIQUE

**Préparation des extraits.** Nous avons utilisé des yeux de boeuf dont nous avons séparé les cornées tout de suite après l'abatage de l'animal. L'épithélium cornéen était isolé du stroma à l'aide d'un bistouri de Graefe, et ensuite on isolait l'endothélium cornéen au microscope à dissection.

Les trois structures ainsi séparées étaient homogénéisées à froid pendant 15' environ en Potter par un pilon en Teflon (1 ml de solution pour 2 g de tissu frais). L'homogénéisation

génate était centrifugé en centrifugeur réfrigéré à 17.000 tours/m et l'on analysait immédiatement à l'électrophorèse le liquide surnageant ainsi obtenu. Nous avons effectué des phérogrammes en utilisant des extraits à plus forte concentration et en employant la technique suivante; l'extraction s'est fait par une solution NaCl 1,5 M (concentration finale 1 M) ensuite l'extrait était mis dans une membrane pour dialyse et on le portait pendant 20' en contac avec de la poudre fine de Polyvinyle pyrrolidone. Les extraits présentaient un aspect limpide.

**Analyse électrophorétique.** Nous avons utilisé l'appareil Elvi 20 alimentateur pour électrophorèse à moyenne tension et à haut courant. Les bandes étaient en papier à filtrer, production Elvi, et la ligne de départ était fixée du côté de la cathode, à 3 cm du bout de la bande.

On a utilisé un tampon Trilip pH 8,6, production Elvi; l'intensité du courant employé était de 2 mA chaque bande; la durée de la migration était de 1h à 400 Volts.

Le volume de l'échantillon déposé était de 6  $\mu$ l d'une solution obtenue par le mélange de 0,4 ml d'extrait avec 0,1 ml de Trilip Elvi précolorant pour lipoprotéines. L'une des 8 bandes de la chambre humide Elvi 211 était réservée au sérum de boeuf choisi comme échantillon de rapport pour la mobilité des fractions lipoprotéiniques présentes dans les extraits étudiées. Toutes les électrophorèses étaient effectués à température ambiante.

**Colorations des bandes.** Les bandes traitées par notre nouvelle technique, étant déjà colorées à la fin de la migration, on pouvait donc les introduire immédiatement dans le thermostat à 80°C et ensuite elles étaient prêtes pour la lecture photométrique.

**Evaluation quantitative des fractions.** Les phérogrammes obtenus étaient examinés au photomètre Elvi 140. Pour phérogramme l'on déterminait les registrations de la courbe d'extinction, l'intégration des valeurs et le pourcentage des fractions.

## RESULTATS ET CONCLUSION

**Epithélium cornéen.** Nous allons étudier le phérogramme en procédant de l'anode à la cathode. La Figure n. 5 montre un phérogramme d'épithélium cornéen par le traitement précédemment décrit.



FIG. 5 — Epithélium cornéen; lipoprotéines.

Si l'on considère en général cette image, l'on constate qu'il y a présence de IV fractions distinctes et qu'une fraction prédomine fortement.

Fraction I, très mobile et allongée, représente 20% des lipoprotéines totales solubles présentes dans l'extrait d'épithélium cornéen de boeuf.

La fraction II, plus marquée, représente 45% des lipoprotéines totales.

La fraction III, représente 31% des lipoprotéines totales et se voit très nettement et de façon assez marquée.

La fraction IV, peu mobile et très faiblement colorable, représentent 4% des lipoprotéines totales.

Ces résultats sont données au Tableau n. 13 et au Diagramme n. 4

TABLEAU 13 — Epithélium cornéen: Lipoprotéines.

F R A C T I O N S			
I	II	III	IV
20%	45%	31%	4%

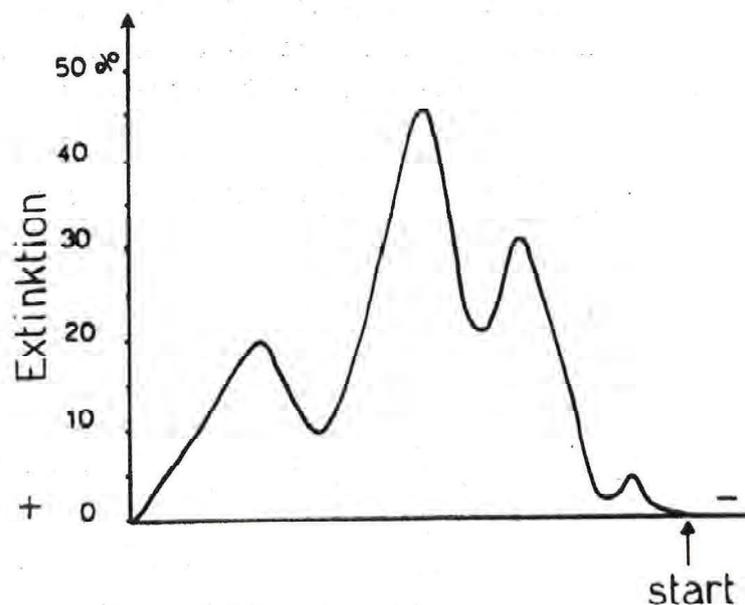


Diagramme 4 — Epithélium cornéen: lipoprotéines.

**Stroma cornéen.** Nous allons étudier le phérogramme en procédant de l'anode à la cathode.

La figure 6 montre un phérogramme de stroma cornéen par le traitement précédemment décrit. Si l'on considère en général cette image, l'on constate qu'il y a seulement présence d'un maximum représentant 100% des lipoprotéines totales présentes dans l'extrait de stroma cornéen de boeuf.



FIG. 6 — Stroma cornéen: lipoprotéines.

Ces résultats sont données au Tableau n. 14 et au diagramme n. 5.

TABLEAU 14 — Stroma cornéen: Lipoprotéines

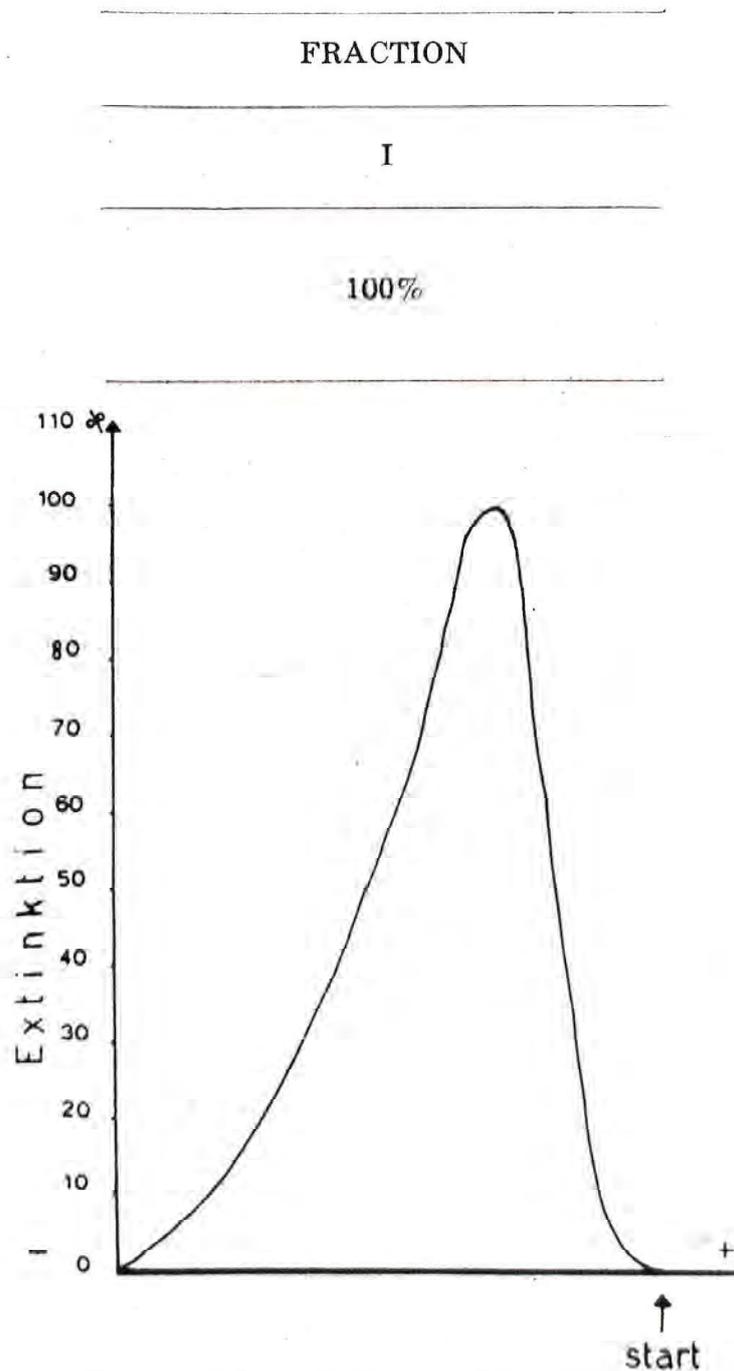


Diagramme 5 — Stroma cornéen: lipoprotéines.

**Endothélium cornéen.** Nous allons étudier le phérogramme en procédant de l'anode à la cathode.

La figure n. 7 montre un phérogramme d'endothélium cornéen obtenu par le traitement précédemment décrit.



FIG. 7 — Endothélium cornéen: lipoprotéines.

Si l'on considère en général ce phérogramme, l'on constate qu'il y a présence de III fractions distinctes et qu'une fraction prédomine sur les autres.

La fraction I, assez peu marquée, est mobile et représente 42% des lipoprotéines totales solubles présentes dans l'extrait de endothélium cornéen de boeuf.

La fraction III, moins mobile, représente 31% des lipoprotéines totales.

Le Tableau n. 15 et le Diagramme n. 6 donnent les résultats obtenus.

TABLEAU 15 — Endothélium cornéen: Lipoprotéines.

F R A C T I O N S		
I	II	III
42%	27%	31%

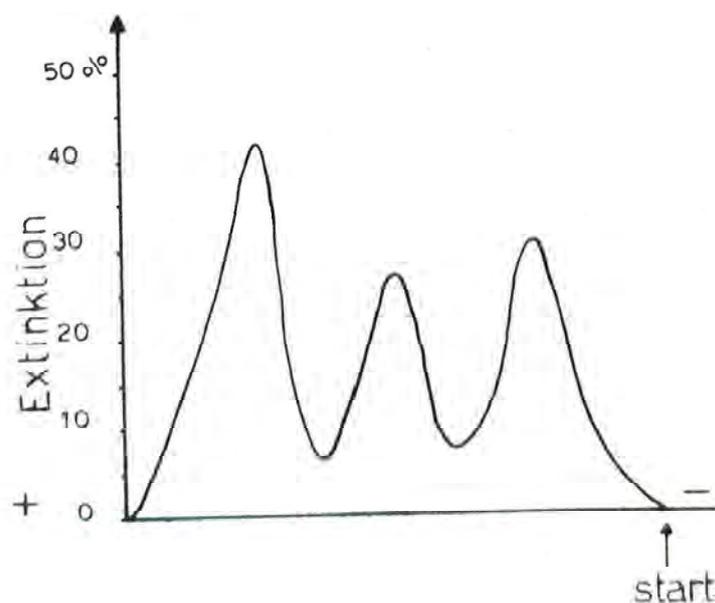


Diagramme 6 — Endothélium cornéen: lipoprotéines.

Nous pouvons maintenant conclure qu'il existe dans les phérogrammes d'extrait de lipoprotéines solubles d'épithélium cornéen IV fractions distinctes et que la fraction II est plus marquée et prédomine fortement.

D'accord avec ce qu'ont STEINVORTH et MÜNICH, nous croyons qu'il y a de l'analogie entre la vitesse de migration des lipoprotéines de l'épithélium cornéen de boeuf et celle des lipoprotéines sériques du même animal.

Les phérogrammes d'extraits de lipoprotéines solubles du stroma cornéen ne nous ont montré qu'un seul maximum; ce qui nous oblige à conclure qu'il n'y a pas de correspondance pour ce qui concerne les vitesses de migration entre les lipoprotéines du stroma cornéen de boeuf et les lipoprotéines sériques du même animal.

Les phérogrammes d'extraits de lipoprotéines solubles d'endothélium cornéen nous ont montré III fractions distinctes et la fraction I était plus marquée et plus mobile. Là aussi nous sommes obligés de conclure qu'il y a une affinité entre la vitesse de migration des lipoprotéines de l'endothélium cornéen de boeuf et celle des lipoprotéines sériques du même animal.

## GLYCOPROTEINES

Il existe en littérature des études sur les muco-polysaccharides cornéens, mais le comportement de ces substances est encore peu connu. Nous avons trouvé des renseignements à propos de la recherche électrophorétique sur les glycoprotéines cornéennes dans les travaux de FRANÇOIS et RABAEY (1956) et SCUDERI (1962).

Les deux premiers Auteurs, au cours de leurs recherches électrophorétiques sur les protéines de l'épithélium cornéen de boeuf, révélèrent au niveau de la fraction III de leurs phérogrammes, une zone colorable de façon homogène ou la réaction P.A.S. est fortement positive.

SCUDERI, en étudiant électrophorétiquement des extraits aqueux d'épithélium et d'endothélium cornéen de boeuf, vit se dessiner deux bandes glycoprotéiniques dans les phérogrammes d'épithélium et trois bandes nettement distinctes dans ceux d'endothélium.

Nous n'avons, par conséquent, que peu de renseignement sur ce sujet et d'ailleurs nous croyons affirmer qu'il n'a pas été effectué des recherches électrophorétiques sur la composition des glycoprotéines du stroma cornéen.

Au cours de cette relation nous porterons à bon fin les études sur la composition protéinique de la cornée au moyen de nouvelles méthodes de recherche électrophorétique et nous étudierons les données concernant la composition glycoprotéinique de l'épithélium, du stroma et de l'endothélium cornéen de boeuf en utilisant la technique de l'électrophorèse sur acétate de cellulose. Nous avons aussi effectué une recherche analytique en faisant le dosage quantitatif des glycoprotéines proprement dites (c'est-à-dire ces protéines aux quelles la fraction hesose est très fortement liée); aussi avons-nous utilisé la technique essentiellement biochimique mise au point par LUSTIG et LANGER, modifiée par WEIMER et MOSHIN et qui se base sur la réaction des hydrates de carbon en acide sulfurique et orcinol.

Dans une relation future nous avons l'intention de compléter les études électrophorétiques par des recherches histochimiques afin de réussir à identifier plus spécifiquement les fractions mises en évidence.

## TECHNIQUE

**Préparations des extraits.** Pour nos recherches nous avons utilisé des yeux de boeuf dont nous avons séparé les cornées tout de suite après l'abattage de l'animal. L'épithélium cornéen était isolé du stroma à l'aide d'un bistouri de Graefe; ensuite on isolait l'endothélium cornéen au microscope à dissection. Les trois structures cornéennes ainsi obtenues étaient séparément homogénéisées à froid pendant 15' environ en Potter par un pilon en Teflon (1 ml de solution pour 2 g tissu frais). L'homogénate était centrifugé en centrifugant à 17.000 tours/m pendant 15'; tout de suite après on analysait à l'électrophorèse le liquide surnageant ainsi obtenu.

On déterminait le contenu en glycoprotéines suivant la méthode de LUSTIG et LANGER, modifiée par WEIMER et MOSHIN; les proportions étaient: 255 mg% dans l'épithélium, 83 mg% dans le stroma, 211 mg% dans l'endothélium. On obtenait ces valeurs, données en mg de glycoprotéines pour 100 g de tissu frais, en effectuant l'extraction par une solution NaCl 1,5 M (concentration finale 1 M). Les extraits avaient une coloration gris-clair et présentaient un aspect limpide.

**Analyse électrophorétique.** Nous avons utilisé l'appareil Elvi 20 alimentateur pour électrophorèse à moyenne tension et à haut courant. Les bandes étaient en acétate de cellulose. Elvi Microphor (160 x 25 mm) et la ligne de départ était fixée du côté de la cathode, à la distance d'environ 1 cm à partir du bout de la bande suspendue.

Nous avons utilisé le tampon barbiturique à pH 8,6 et force ionique 0,04; l'intensité du courant employé de 2 A pour chaque bande; la durée de la migration était de 1h 45m à 180 Volts. Le volume d'extrait de cornée employé était de 10  $\mu$ l. l'une des huit bandes de la chambre humide Elvi 211 était réservée au sérum de boeuf choisi comme échantillon de rapport pour la mobilité des fractions glycoprotéiniques présentes dans les extraits cornéens examinés. Toutes les électrophorèses étaient effectuées en température ambiante.

**Coloration des bandes.** La migration terminée, les bandes étaient introduites pendant 5' dans le thermostat à 100°C pour dénaturer les protéines. Ensuite elles étaient plongées pendant 10' dans une cuvette en verre contenant la solution de fixage et après on les passait pendant 6' dans une autre cuvette contenant la solution oxydante (acide périodique). Le temps de ce passage était rigoureusement observé. On effectuait ensuite trois lavages successifs en eau distillée, de 20' chacun et l'on colorait les bandes en les plongeant pendant 10' dans une solution colorante à la fuchsine de Schiff.

On effectuait ensuite deux lavages de 2' chacun dans une solution décolorante rapide pour fuchsine. Enfin on plongeait les bandes pendant 5' dans une solution décolorante au phénol pour amino-schwarz.

Après avoir sorti les membranes du décolorant, on les plaçait sur une plaque de verre et l'on avait le soin d'éliminer le décolorant, s'il y en avait de trop, à

l'aide d'une feuille à filtrer. La plaque était introduite pendant 5' dans le thermostat; le séchage rendait la bande transparente qui était alors prête pour la lecture photométrique.

**Évaluation quantitative des fractions.** Les phérogrammes obtenus étaient examinés au photomètre Elvi 140 et l'on déterminait pour chaque phérogramme les registrations de la courbe l'extinction, l'intégration des valeurs et le pourcentage des fractions.

## RESULTATS ET CONCLUSION

**Épithélium cornéen.** Nous allons étudier le phérogramme en procédant de l'anode à la cathode.

La figure n. 8 montre une image d'épithélium cornéen obtenu par le traitement précédemment décrit



FIG. 8 — Épithélium cornéen: glycoprotéines.

Si l'on considère en général cette image, l'on constate qu'il y a présence de IV fraction distinctes dont deux fractions prédominent fortement.

La fraction I, très allongée et irrégulièrement colorée, est plus mobile par rapport aux autres et représente 21% des glycoprotéines totales hydrosolubles présentes dans l'extrait d'épithélium cornéen de boeuf.

La fraction II, assez plus marquée, est très nettement visible et représente 33% des glycoprotéines totales.

La fraction III, bien plus marquée par rapport aux autres, est elle aussi nettement visible et présente 36% des glycoprotéines totales.

La fraction IV, très faiblement colorable et allongée, est peu mobile et représente 10% des glycoprotéines totales.

Ces résultats sont donnés au Tableau n. 16 et au Diagramme n. 7.

TABLEAU 16 — Épithélium cornéen: Glycoprotéines.

F R A C T I O N			
I	II	III	IV
21%	33%	36%	10%

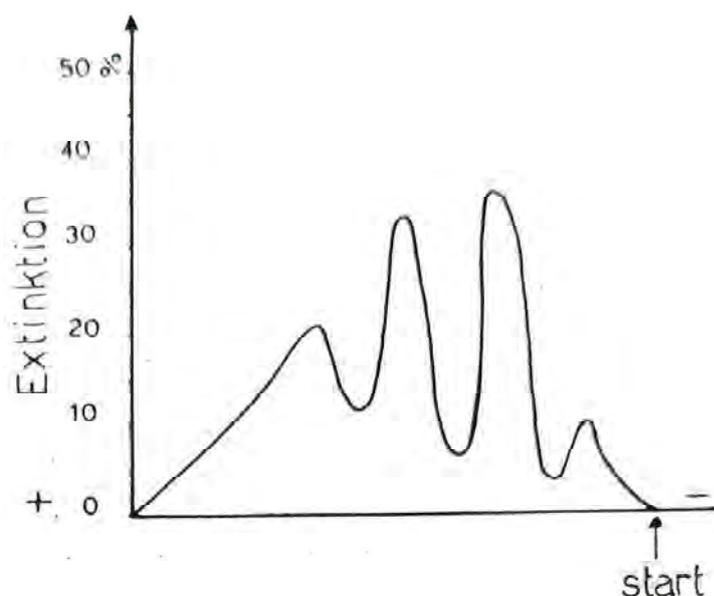


Diagramme 7 — Epithélium cornéen: glycoprotéines.

**Stroma cornéen.** Nous allons étudier le phérogramme en procédant de l'anode à la cathode.

La figure n. 9 montre une image du stroma cornéen obtenue par le traitement précédemment décrit.



FIG. 9 — Stroma cornéen: glycoprotéines.

Si l'on considère en général cette image, l'on constate qu'il y a présence de III fractions distinctes dont une fraction prédomine fortement.

La fraction I, plus marquée par rapport aux autres, est très mobile et visible et représente 39% des glycoprotéines totales hydrosolubles présentes dans l'extrait du stroma cornéen de boeuf.

La fraction II, bien visible et assez marquée moins mobile que la précédente et représente 33% des glycoprotéines totales.

La fraction III, moins mobile, apparait faiblement colorée et représente 28% des glycoprotéines totales.

Ces résultats sont donnés au Tableau n. 17 et au Diagramme n. 8.

**Endothélium cornéen.** Nous allons étudier le phérogramme en procédant de l'anode à la cathode.

TABLEAU 17 — Stroma cornéen: Glycoprotéines.

F R A C T I O N		
I	II	III
39%	33%	28%

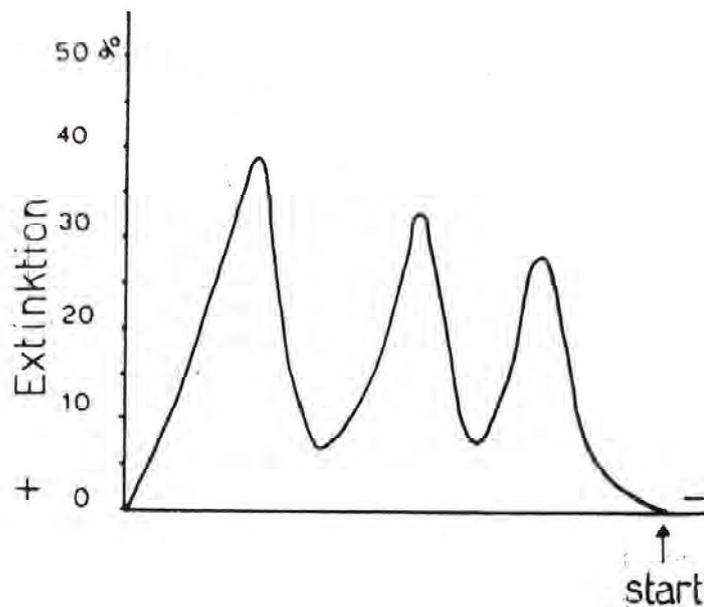


Diagramme 8 — Stroma cornéen: glycoprotéines.

La Figure n. 10 montre une image d'endothélium cornéen obtenue par le traitement précédemment décrit.



FIG. 10 — Endothélium cornéen: glycoprotéines.

Si l'on considère en général cette image, l'on constate qu'il y a présence de IV fractions distinctes dont deux fractions prédominent fortement.

La fraction I, très mobile et allongée, est irrégulièrement colorée et représente 21% des glycoprotéines totales hydrosolubles présentes dans l'extrait d'endothélium de boeuf.

La fraction II, bien plus marquée par rapport aux autres, est très visible et représente 39% des glycoprotéines totales.

La fraction III, assez bien marquée, apparait d'une mobilité légèrement inférieure à la précédant et représente 33% des glycoprotéines totales.

La fraction IV, faiblement colorée, est peu mobile et représente 7% des glycoprotéines totales.

Ces résultats sont données au Tableau n. 18 et au Diagramme n. 9.

Des ces faits nous aboutissons à la conclusion que la détermination biochimique du contenu en glycoprotéines des trois structures cornéens a prouvé que la quantité de glycoprotéines dans l'épithélium (211 mg%) est considérable par rapport au stroma (83 mg%).

TABLEAU 18 — Endothélium cornéen: Glicoprotéines.

F R A C T I O N			
I	II	III	IV
21%	39%	33%	7%

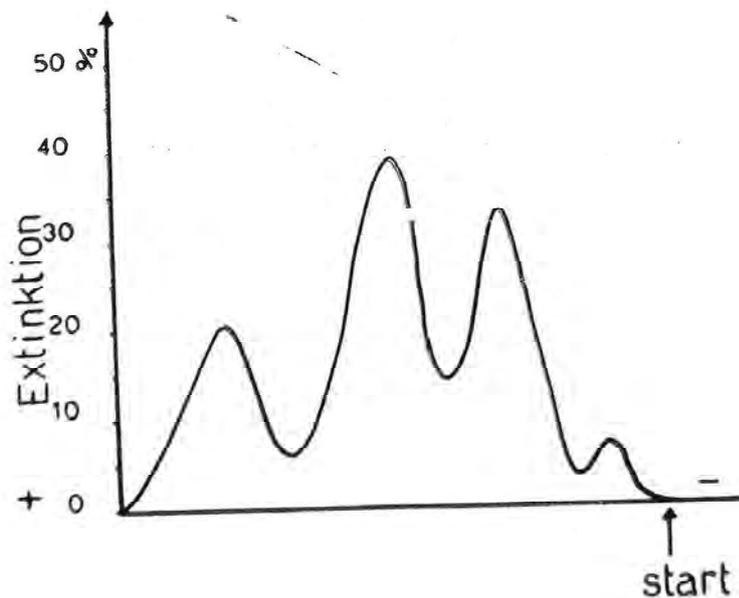


Diagramme 9 — Endothélium cornéen: glycoprotéines.

L'analyse par électrophorèse sur acétate de cellulose a montré dans les phérogrammes d'extraits de glycoprotéines solubles d'épithélium cornéen, IV fractions dont deux (II, III) prédominent nettement; dans les phérogrammes d'extraits de glycoprotéines solubles du stroma cornéen, III fraction dont une (I) prédomine nettement; dans les phérogrammes d'extraits de glycoprotéines solubles d'endothélium cornéen, IV fractions distinctes dont deux (II, III) prédominent fortement.

De l'analyse des résultats, nous pouvons déduire que dans les trois membranes de la cornée de boeuf sont présentes de muco-polysaccharides, précisément des glycoprotéines.

En outre, si l'on compare les phérogrammes du sérum de boeuf à ceux de l'épithélium, du stroma et de l'endothélium cornéen du même animal, on peut constater qu'il y a de l'analogie, par rapport à la vitesse de migration, entre les fractions glycoprotéiniques du sérum et celles des trois structures cornéennes.

Nous croyons opportune d'insister sur l'idée déjà exprimée soit dans ce travail que dans le précédent, c'est-à-dire qu'il est nécessaire de réussir à identifier plus spécifiquement les fractions mises en évidence.

C'est ce que nous proposons de faire au moyen de recherches histochimiques.

### RÉSUMÉ

#### PROTEINES

Les Auteurs ont étudié le comportement des protéines solubles dans l'eau des extraits aqueux d'épithélium, du stroma et d'endothélium de la cornée de boeuf par l'électrophorèse sur acétate de cellulose. Dans les phérogrammes d'extraits d'épithélium cornéen ils ont mis en évidence VI fractions différentes, parmi lesquelles il y en a une (III) qui est fort prédominante.

Dans les phérogrammes d'extraits du stroma cornéen il ont mis en évidence IV fractions différentes, parmi lesquelles il y en a une (I) qui est fort prédominante.

Dans les phérogrammes d'extraits d'endothélium cornéen ils ont mis en évidence IV différentes fractions, parmi lesquelles il y en a une (I) qui est fort prédominante.

Ils ont mis en évidence une réaction P.A.S. positive dans les tracés d'extraits d'épithélium du stroma et d'endothélium cornéen.

#### RIASSUNTO

Gli Autori hanno studiato il comportamento delle proteine solubili in acqua degli estratti acquosi di epitelio, stroma ed endotelio della cornea di bue mediante elettroforesi su acetato di cellulosa.

Nei ferogrammi di estratti di epitelio hanno evidenziato VI distinte frazioni, di cui una (III) fortemente predominante.

Nei ferogrammi di estratti di stroma corneale hanno evidenziato IV distinte frazioni, di cui una (I) fortemente predominante.

Nei ferogrammi di estratti di endotelio corneale hanno evidenziato 4 distinte frazioni, di cui una (I) fortemente predominante.

Hanno evidenziato inoltre reazione P.A.S. positiva nei traccati di estratti di epitelio, stroma ed endotelio corneale.

#### SUMMARY

The behaviour of water-soluble proteins of aqueous extracts of ox cornea epithelium, stroma and endothelium, was studied by means of electrophoresis on cellulose acetate.

The pherograms of epithelial of cornea showed VI distinct fractions one with (III) was clearly predominant.

The pherograms of stroma extracts of cornea showed IV distinct fractions, one of which (I) was clearly predominant.

The pherograms of endothelium extracts of cornea showed IV distinct fractions, one of which (I) was clearly predominant.

A positive P.A.S. reaction was evidenced in the tracings of corneal epithelium, stroma and endothelium extracts.

## LIPOPROTEINES

## RÉSUMÉ

Les Auteurs ont étudié le comportement des lipoprotéines solubles dans l'eau, des extraits aqueux d'épithélium, de stroma et d'endothélium de la cornée de boeuf par l'électrophorèse sur papier à filtrer, se servant d'une nouvelle méthode de précoloration.

Ils ont conclu que:

- a) il y a de l'affinité, en ce qui concerne la vitesse de migration, entre les lipoprotéines sériques et celles des extraits d'épithélium et d'endothélium cornéen.
- b) il n'y a pas d'affinité, en ce qui concerne la vitesse de migration, entre les lipoprotéines sériques et celles des extraits de stroma cornéen.

## RIASSUNTO

Gli Autori hanno studiato il comportamento delle lipoproteine solubili in acqua degli estratti acquosi di epitelio, stroma ed endotelio della cornea di bue mediante l'elettroforesi su carta da filtro servendosi di un nuovo metodo di precolorazione.

In base ai risultati ottenuti, hanno concluso che:

- a) vi è affinità, per quanto riguarda la velocità di migrazione, tra le lipoproteine seriche e quelle degli estratti di epitelio ed endotelio corneale.
- b) non vi è affinità, per quanto riguarda la velocità di migrazione, tra le lipoproteine seriche e quelle degli estratti di stroma corneale.

## SUMMARY

A study was made of the behaviour of water-soluble lipoproteins of aqueous extracts of epithelium, stroma and endothelium of ox cornea. Electrophoresis on filter paper and a new prestaining method were employed.

On the basis of the results obtained, it was concluded that:

- a) as regards the migration rate, there is an affinity between lipoproteins and those of the extracts of corneal epithelium and endothelium;
- b) there is no affinity, as regards the migration rate, between serum lipoproteins and those of the extracts of corneal stroma.

## GLYCOPROTEINES

## RÉSUMÉ

Les Auteurs ont étudié le comportement des glycoprotéines solubles dans l'eau des extraits aqueux d'épithélium, de stroma et d'endothélium de la cornée de boeuf par l'électrophorèse sur de cellulose.

Dans les phérogrammes d'extraits d'épithélium cornéen ils ont mis en évidence IV fractions différentes.

Dans les phérogrammes d'extraits de stroma cornéen ils ont mis en évidence III fractions différentes.

Dans les phérogrammes d'extraits d'endothélium cornéen ils ont mis en évidence IV différentes fractions.

Ils ont mis en évidence que il y a de l'affinité, en ce qui concerne la vitesse de migration entre les glycoprotéines sériques et celles des extraits cornéens.

## RIASSUNTO

Gli Autori hanno studiato il comportamento delle glicoproteine solubili in acqua degli estratti acquosi di epitelio, stroma ed endotelio della cornea di bue mediante elettroforesi su acetato di cellulosa.

Nei ferogrammi di estratti di epitelio corneale hanno evidenziato IV distinte frazioni.

Nei ferogrammi di estratti di stroma corneale hanno evidenziato III distinte frazioni.

Nei ferogrammi di estratti di endotelio corneale hanno evidenziato IV frazioni.

Concludono affermando che vi è analogia, in rapporto alla velocità di migrazione, fra le frazioni glicoproteiche del siero e quelle delle tre strutture corneali.

## SUMMARY

The behaviour of the water soluble glycoproteins present in water extracts of the epithelium, stroma, and endothelium of the ox cornea was investigated by electrophoresis on cellulose acetate. IV separate fractions could be distinguished in the runs of corneal epithelium, III fractions in the runs of corneal stroma, and IV fractions in the runs of corneal endothelium. It was concluded that in regard to the speed of the various fractions, there are similarities between the serum glycoproteins and those present in the three corneal structures considered.

## BIBLIOGRAPHIE

## PROTEINES

- 1 — FRANÇOIS J., RABAEY M. — Les protéines de l'épithélium cornéen. *Ann. d'Ocul.*, 189, 445, 1945.
- 2 — GORNALL A. G., BARDAWILL C. J., DAVID M. — Determination of serum proteins by means of the biuret reaction. *Journ. Biol. Chem.*, 177, 751, 1949.
- 3 — GRASSMANN W., HANNING K. — Ein einfaches Verfahren zur Analyse der Serumproteine und anderer Proteingemische. *Naturwissenschaften*, 37, 496, 1950.
- 4 — GRASSMANN W., HANNING K., KNEDEL M. — Ueber ein Verfahren zur elektrophoretischen Bestimmung der Serumproteine auf Filtrierpapier. *Dtsch. Med. Wschr.* 76, 333, 1951.
- 5 — KAWERAU E., OTT T. — The soluble protein of the cornea. Paper and immunoelectrophoretic studies. *Exp. Eye Res.* 1, 137, 1961.
- 6 — KLINGMULLER V., SCHROEDER W. — Untersuchungen von Eiweisskörpern, besonders des Corneaepithels, und analgetischen, nicht ionen-aktiven Netzmitteln. *Arch. Exper. Path.u. Pharmakol.* 218, 215, 1953.
- 7 — MUNICH W., OSWALD A. — Papierelektrophoretische Untersuchungen über das Verhalten verschiedener wasserlöslicher Organproteine des Kalbsauges. *Graef. Arch. Ophthal.* 156, 547, 1955.
- 8 — PEARSE A. G. — *Histochemistry*. Ed. Churchill, London, 1953.
- 9 — SCUDERI G. — Ricerche elettroforetiche ed istochimiche sulle glicoproteine dell'epitelio e dell'endotelio corneale. *Boll. d'Ocul.* 41, 209, 1962.
- 10 — STEINWORTH E. — Ueber den Einfluss verschiedener Untersuchungsbedingungen auf das papier-elektrophoretische Verhalten der wasserlöslichen Proteine des Kalbshornhautepithels. *Graef. Arch. Ophthal.* 160, 540, 1959.
- 11 — WATANABE S., TSUTSUI J. — Electrophoretic study of corneal protein. Comparative analysis of corneal protein fraction in different animal species. *Amer. J. Ophthal.*, 51, 314, 1961.

## LIPOPROTEINES

- 12 — STEINWORTH E., MUNICH W. — Papierelektrophoretische Untersuchungen über das Verhalten verschiedener wasserlöslicher Organlipoproteine des Kalbsauges. *Graef. Arch. Ophth.*, 160, 216, 1958.
- 13 — SWAHN B. — A method for localization and determination of serum lipids after electrophoretical separation on filter paper, *Scand. J. Clin. Lab. Invest.* 4, 98, 1952.

## GLYCOPROTEINES

- 14 — FRANÇOIS J., RABAEY M. — Les protéines de l'épithélium cornéen. *Ann. d'Ocul.*, 189, 445, 1956.
- 15 — LUSTIG B., LANGER A. — Über die Bestimmung und der Gehalt an freiem Eiweiss- und gebundenem Nuchteiwisszucker im normalen und pathologischen Serum, Liquor und Harn. *Biochem. Z.* 242, 320, 1931.
- 16 — SCUDERI G. — Ricerche elettroforetiche e istochimiche sulle glicoproteine dell'epitelio e dell'endotelio corneale. *Boll. d'Ocul.* 41, 209, 1962.
- 17 — WEIMER H. E., MOSHIN J. R. — Serum glycoprotein concentrations in experimental tuberculosis of guinea pigs. *Amer. Rev. Tuberc.* 68, 594, 1953.

INSTITUT DE CLINIQUE OCULISTIQUE DE L'UNIVERSITE' DE BARI

Directeur: Prof. G. SCUDERI

## SUR LA DEAMINATION DES AMINO-ACIDES NATURELS DE LA MEMBRANE CORNEENNE

(Epithelium, stroma, endothelium). (\*)

G. SCUDERI

L. CARDIA

G. SBORGIA

Dans le cadre d'une série de recherches (1) visant à mettre en évidence l'activité déaminative des amino-acides naturels dans les tissus oculaires des mammifères, le sujet de ce travail sera la membrane cornéenne.

A ce sujet nous ne sommes pas à connaissance de recherches sur l'épithélium cornéen (2,3).

Il existe des données concernant la composition des amino-acides (4,6) obtenus après des recherches faites soit au moyen de méthodes microbiologiques (4) que de la chromatographie sur papier (5,6).

Nous avons analysé les travaux existant en littérature, mais nous n'avons rien trouvé au sujet du stroma cornéen.

Nous croyons savoir qu'il n'y a pas en littérature de données sur l'activité déaminative des amino-acides de l'endothélium cornéen.

Aussi avons-nous cru opportun d'étudier la déamination des amino-acides naturels (série L) d'après de l'ammoniaque libérée pendant ce processus.

---

(\*) Communication faite à la Section de Bari de la Société Italienne de Biologie Expérimentale dans la séance du 6 Février 1968.

Recebido para publicação em 20-VII-69.

Nous allons donc relater les résultats concernant la déamination de 19 amino-acides naturels en homogénates (\*) d'épithélium, de stroma, d'endothélium cornéen de boeuf

## TECHNIQUE

Les globes oculaires de boeuf étaient prélevés immédiatement après l'abattage de l'animal et plongés en solution physiologique pendant 30 m.; on obtenait ainsi une faible imbibition surtout dans le tissu épithélial, ce qui nous permettait d'enlever d'une façon parfaite les couches de la membrane cornéenne.

On passait alors à la séparation de l'épithélium à l'aide d'un bistouri de Graefe.

Après avoir sectionné la cornée tout entière, on isolait sous le contrôle du microscope à dissection l'endothélium et on le séparait du parenchyme à l'aide d'un couteau à cataracte (spatule tranchante) et d'une pince à capsule d'Arruga; on obtenait ainsi le stroma et l'endothélium.

On conservait le tissu à  $-20^{\circ}\text{C}$ ., au moment de l'expérimentation, après avoir les quantités nécessaires, on les homogénéisait (30% p/v) en solution tampon au phosphate pH 7,4. Les épreuves étaient préparées en "beutine" de 25 ml (Voir le Tableau).

Après l'incubation effectuée dans le "Dubnoff metabolic shaking Incubator" (Precision Sci. Co.), on dosait la quantité de ammoniacque directement sur 1 ml du mélange en utilisant la méthode de la microdiffusion suivant la technique de SELIGSON et HIRAHARA (7), modifiée par CEDRANGOLO et ses collaborateurs (8). Outre aux épreuves en présence et absence de chaque amino-acide, on a effectué les mêmes traitements à titre de contrôle par l'enzyme inactivé et par le seul amino-acide sans homogénate. On ajoutait aux épreuves l'arsénite de sodium dans ce double but: 1.º inhiber l'oxydation des substrats autres que les amino-acides ajuté (ex. cétoacides) et de favoriser ainsi l'oxydation des amino-acides, 2.º inhiber la synthèse de la glutamine (9-11).

En outre, l'absence de ATP et NADH dans les mélanges d'incubation ne permet pas une activité des enzymes englobant  $\text{NH}_3$ , tels que CP-synthétase et glutamine-synthétase, glutamique-déhydrogénase et les enzymes ayant corrélation aux réactions d'amination des nucléotides puriniques (12).

## RESULTATS

### Epithélium

D'après les données indiquées au tableau n. 1 on remarque que, pour ce qui concerne les amino-acides substrats de la L-amino-acidoxydase purifiée par BLANCHARD et ses collaborateurs (13), seulement la leucine montre une significative extraformation de  $\text{NH}_3$ . On pourrait donc supposer la présence de cet enzyme dans l'épithélium

(\*\*) Il nous a paru bon d'utiliser des homogénates au lieu d'un tissu cornéen intègre afin d'éviter que des facteurs de perméabilité cellulaire puissent altérer la pénétration de chaque substrat dans les cellules.

cornéen. Quant aux autres amino-acides, seulement la thréonine et la citrulline ont montré une significative production de  $\text{NH}_3$ ; pour la thréonine on peut supposer l'existence d'un enzyme spécifique ayant une activité analogue à l'activité thréonine-déhydrase  $\text{B}_6$  dépendant du foie des mammifères (14), tandis que pour la citrulline il n'est pas possible de donner une interprétation sur la base des connaissances actuelles à ce sujet.

L'arginine, enfin, provoque une significative incorporation de  $\text{NH}_3$ ; à ce propos, on pourrait supposer la présence d'enzymes du cycle de l'urée, jamais recherchés dans les tissus oculaires (1).

### Stroma

D'après les données indiquées au tableau n. 2 on remarque que, pour ce qui concerne les amino-acides substrats de la L-aminoacidoxydase purifiée par BLAN-

TABLEAU 1 — (Epithélium) — Production de  $\text{NH}_3$  obtenue à partir d'amino-acides naturels en homogénates d'épithélium cornéen de boeuf.

AMINO-ACIDES	$\text{NH}_3$ (g/100 mg de tissu frais/h)	
	M	DS
Valine (*)	+ 1	± 0,2
<b>Leucine</b> (*)	+ 7,5	± 2,4
Isoleucine (*)	- 0,3	± 0,1
Méthionine (*)	- 0,3	± 0,1
Proline (*)	+ 2	± 0,3
Histidine (*)	+ 1,5	± 0,8
Tryptophan (*) (**)	+ 2,1	± 0,2
Glycine	+ 0,9	± 0,4
Alanine	+ 0,2	± 0,1
Ac. — Aminobutirrique	- 0,5	± 0,1
Ac. Aspartique	- 1	± 0,6
Ac. Glutamique	+ 1,5	± 0,7
Ornitine	- 2,8	± 0,3
Lysine	- 2,6	± 0,5
<b>Arginine</b>	- 6,8	± 0,1
<b>Citrulline</b>	+ 7,3	± 0,2
Sérine	- 0,1	± 0,1
<b>Thréonine</b>	+ 8,1	± 1,8
Cystine	- 2	± 0,3

(\*) Amino-acides substrats de la L-aminoacidoxydase purifiée par BLANCHARD et ses collaborateurs (13).

(\*\*) Cet amino-acide était ajouté aux épreuves sous forme de dispersion fine, étant peu soluble.

CHARD et ses collaborateurs (13), aucun d'eux ne montre une significative extraformation de  $\text{NH}_3$ . On pourrait donc supposer l'absence de cet enzyme dans le stroma cornéen.

Quant aux autres amino-acides aucun d'eux n'a montré une significative production de  $\text{NH}_3$ .

L'arginine, enfin, provoque une incorporation assez significative de  $\text{NH}_3$ : à ce sujet, les conclusions sont les mêmes que dans nos recherches précédentes (1) et sur l'épithélium.

### Endothélium

D'après les données au tableau n. 3 on remarque que, pour ce qui concerne les amino-acides substrats de la L-aminoacidoxydase purifiée par BLANCHARD et ses

TABLEAU 2 (Stroma) — Production de  $\text{NH}_3$  obtenue à partir d'amino-acides naturels en homogénates de stroma cornéen de boeuf.

AMINO-ACIDES	$\text{NH}_3$ (g/100 mg de tissu frais/h)	
	M	DS
Valine (*)	+ 0,5	± 0,1
Leucine (*)	+ 2,1	± 0,3
Isoleucine (*)	+ 1	± 0,4
Methionine (*)	+ 0,3	± 0,3
Proline (*)	- 1,5	± 0,2
Histidine (*)	+ 0,4	± 0,1
Tryptophan (*) (**)	+ 0,8	± 0,2
Glycine	+ 1,3	± 0,4
Alanine	- 0,3	± 0,3
Ac. — Aminobutirrique	- 0,4	± 0,1
Ac. Aspartique	+ 1	± 0,8
Ac. Glutamique	- 1	± 0,6
Ornitine	- 2,6	± 0,3
Lysine	+ 0,5	± 0,2
<b>Arginine</b>	- 3,9	± 0,4
Citrulline	+ 2,8	± 0,9
Sérine	- 0,3	± 0,3
Thréonine	+ 2	± 1
Cystine	+ 0,5	± 0,1

(\*) Amino-acides substrats de la L-aminoacidoxydase purifiée par BLANCHARD et ses collaborateurs (13).

(\*\*) Cet amino-acide était ajouté aux épreuves sous forme de dispersion fine, étant peu soluble.

coHaborateurs (13), seulement la leucine montre une significative extraformation de  $\text{NH}_3$ . On pourrait donc supposer la présence de cet enzyme dans l'endothélium cornéen.

Quant aux autres amino-acides, seulement le thréonine et la citrulline ont montré une significative production de  $\text{NH}_3$ . pareillement à ce que nous avons affirmé au sujet de l'épithélium cornéen, on peut supposer pour la thréonine l'existence d'un enzyme spécifique ayant une activité analogue à l'activité thréonine-déhydrase  $\text{B}_6$  dépendant du foie des mammifères (14), tandis que pour la citrulline il est impossible de donner une interprétation sur la base des connaissances actuelles à ce sujet.

L'arginine, enfin, provoque une significative incorporation de  $\text{NH}_3$ : à ce sujet, les conclusions sont les mêmes que dans nos recherches précédentes (1) et sur l'épithélium et le stroma.

TABLEAU 3 — (Endothélium) — Production de  $\text{NH}_3$  obtenue à partir d'acides-amino naturels en homogénates d'endothélium cornéen de boeuf.

AMINO-ACIDES	$\text{NH}_3$ (g/100 mg de tissu frais/h)	
	M	DS
Valine (*)	+ 1,5	± 0,3
<b>Leucine</b> (*)	+ 6,8	± 2
Isoleucine (*)	- 0,2	± 0,2
Méthionine (*)	- 1,7	± 0,6
Proline (*)	+ 1	± 0,1
Histidine (*)	+ 1,3	± 0,4
Tryptophan (*) (**)	+ 1,2	± 0,5
Glycine	- 0,5	± 0,1
Alanine	+ 0,9	± 0,3
Ac. — Aminobutirrique	- 0,6	± 0,3
Ac. Aspartique	- 1	± 0,5
Ac. Glutamique	+ 2,6	± 1
Ornitine	- 2	± 0,5
Lysine	- 2,2	± 0,6
<b>Arginine</b>	- 5,3	± 0,4
<b>Citrulline</b>	+ 7	± 0,6
Sérine	- 0,5	± 0,4
<b>Thréonine</b>	+ 7,6	± 2,5
Cystine	- 1,8	± 0,3

(\*) Amino-acides substrats de la L-aminoacidoxydase purifiée par BLANCHARD et ses collaborateurs (13).

(\*\*) Cet amino-acide était ajouté aux épreuves sous forme de dispersion fine, étant peu soluble.

## TABLEAUX

Le mélange d'incubation contenait: 1 ml d'homogénate à 30% (p/v en solution tampon au phosphate pH 7,4 ( $K_2HPO_4$ — $KH_2PO_4$ , 0, 1M);  $Mg Cl_2$  et  $NaAsO_1$ : 10  $\mu$ mol chacun; la concentration finale des amino-acides était  $4,3 \times 10^{-2}M$ . Volume final: 3ml. L'incubation était effectuée à 37°C pour 1 h d'air. Chaque valeur représente la moyenne de 3 expérimentations au moins et elle est suivie de la déviation standard. Les amino-acides soulignés sont ceux qui donnaient une significative production ou disparition de  $NH_3$  ( $\pm \mu g.$  de  $NH_3$  dans nos conditions d'expérimentation).

## RESUMÉ

Les Auteurs ont étudié la déamination des 19 aminoacides naturels (série L) d'après la quantité de l'ammoniaque libérée pendant ce processus en homogénates d'épithélium, de stroma et d'endothélium cornéen de boeuf.

Ils exposent ensuite les résultats.

## SUMMARY

## Deamination of the Natural Corneal Aminoacids

The authors have studied the deamination of the natural 19 aminoacids (L series) taking into account the quantity of ammoniac liberated during this processus in the ox cornean epithelium, stroma and endothelium. The results are exposed.

## BIBLIOGRAPHIE

- 1 — SBORGIA G. et coll. — Bioch. Appl. 1966, 13, 113.
- 2 — PIRIE A., VAN HEJNINGEN R. — "Biochemistry of the eye" — p. 205, Blackwell Scientific Publ., Oxford, 1956.
- 3 — NIEMI M. — en "Neurohistochemistry" — p. 599, Elsevier Publ. Company, 1965.
- 4 — SCHAEFFER J., A., MURRAY J. D. — Arch. Ophth. 1950, 44, 833.
- 5 — DE BERARDINIS E. — Ann. d'Ocul., 1959, 192, 180.
- 6 — RACZ P. — Szemészet, 1963, 100, 217.
- 7 — SELIGSON D., HIRAHARA K. — J. Lab. Clin. Med. 1957, 49, 962.
- 8 — CEDRANGOLO F. et coll. — Enzymologia, 1965, 29, 143.
- 9 — SALVATORE F., PAPA S. — Giorn. Bioch., 1959, 8, 226.
- 10 — ZAPPIA V., SALVATORE F. — Boll. Soc. It. Biol. Sper. 1963, 39, 2046.
- 11 — SALVATORE F., ZAPPIA V. — Abstr. Sixth. Intern. Congr. Bioch., Vol. 32, p. 331, I.U.B. Series (IV-147), New York.
- 12 — SALVATORE F. et coll. — Comp. Biochem. Physiol., 1965, 16, 309.
- 13 — BLANCHARD M. et coll. — J. Biol. Chem., 1944, 155, 421.
- 14 — SAJRE F. W., GREENBERG D. M. — J. Biol Chem., 1956, 220, 787.

# CRIOFACECTOMIA

## (Nossa experiência)

J. M. QUEIROZ ABREU  
MANOEL ABREU

Esta é uma modesta experiência pessoal, que apresentamos pelo que possa valer, à consideração dos Colegas. Serve a mesma para confronto com trabalhos análogos, com vistas a uma sistematização da crio-cirurgia da catarata, Afigura-se-nos válido o cotejo e proveitoso diálogo, em especial pela uniformidade de técnica operatória adotada na presente série, circunstância que, estamos certos, permitirá valiosas conclusões, dentro do contexto geral de um conceito doutrinário que deve de ser adotado pelos oculistas brasileiros.

Deve pois ficar claro de início que as assertivas expendidas no presente trabalho dizem respeito à nossa própria experiência, não constituindo o ponto de vista formal do Instituto Penido Burnier porém antes uma contribuição prévia à formulação dessa opinião.

### INTRODUÇÃO

O uso do calor como elemento terapêutico se perde na mais remota antiguidade, sendo referidos seus efeitos benéficos sobre afecções oculares nos textos gregos da era clássica, na iconografia e literatura árabe da idade média, bem como na medicina galênica. Digamos que a domesticação do calor foi fácil.

Não se passou o mesmo com o frio. De obtenção difícil, uso duvidoso e controle precário, somente na segunda metade do século vinte tomou seu lugar na terapêutica, com as técnicas de hibernação, nos estados de choque, na cirurgia neurológica com os trabalhos hoje clássicos de COOPER (1), nas técnicas de circulação extra corpórea da cirurgia cardíaca vascular, etc.

Vários são os obstáculos que dificultaram e retardaram sem emprêgo. Em 1.º lugar a própria dificuldade técnica da produção do frio. Esse pode ser obtido:

- a — por mudança de estados: de sólido em gasoso (CO<sup>2</sup>), de líquido em gasoso (N líquido);
- b — por expansão brutal de um gaz (Freon);

c — por efeito termo elétrico (efeito Peltier);

d — por junção magnética acrescentando um campo magnético ao efeito Peltier

Superada que foi essa dificuldade pela tecnologia industrial, ensaiou-se o emprego do frio à medicina e as diversas especialidades produziram seus aparelhos, de conforme com necessidades individuais.

No caso particular da oftalmologia, requeria-se:

- 1.º — produção fácil do frio;
- 2.º — grau de congelação controlável;
- 3.º — re-aquecimento rápido;
- 4.º — aparelho de pequenas dimensões, bem protegido e isolado, compatível com a exigüidade do campo operatório.
- 5.º — possibilidades de obter temperaturas de ordem de  $-25^{\circ}\text{C}$  e  $-35^{\circ}\text{C}$ .

Louvemo-nos em ALGAN (2), para recordar as especificações mandatórias para a cirurgia do cristalino:

- 1 — aparelho capaz de produzir rapidamente uma temperatura de  $-40^{\circ}\text{C}$ . e de mantê-la pelo tempo desejado;
- 2 — re-aquecimento rápido;
- 3 — produção de frio progressivo, de sorte que a crio sonda seja introduzida no globo à temperatura ambiente refrigerando-se em seguida;
- 4 — manejo fácil;
- 5 — aparelho passível de esterilizado em auto-clave ou formol, por isso, que conforme HILTON (3) o frio "sensu stricto" não assegura assepsia rigorosa.

Há que considerar em seqüência a ação biológica do frio. Ele produz:

- 1 — ruptura da membrana celular consecutiva à congelação do citoplasma;
- 2 — desidratação com desequilíbrio eletrolítico importante;
- 3 — oclusão dos capilares nutrientes por destruição endotelial;
- 4 — desintegração do substrato protídico.

Recentemente SUDARSKY, HULQUIST e col. (4) estudaram experimentalmente os efeitos do frio sobre o olho de coelhos. No 1.º grupo de animais, submetidos a  $-40^{\circ}\text{C}$ , não ocorreram lesões irreversíveis. No 2.º grupo, com a aplicação tópica (corneana) de frio da ordem de  $-190^{\circ}\text{C}$ . Observou-se:

- 1 — lesões corneanas reversíveis em 2/3 dos casos, persistindo nos restantes discreta opacidade e vascularização (mais comumente nos animais albinos);
- 2 — destruição dos cromatóforos da íris seguida da proliferação e multiplicação reativas;
- 3 — produziu pequenos colobomas de íris em 1/3 dos animais;
- 4 — catarata de tipo especial em 1/4.

Concluiu-se pela possibilidade do emprego da crioterapia no glaucoma, pelas alterações uveais, inclusive irianas obtidas, conclusão, de resto já em uso prático atual.

mente. CIBS (5) na sua monografia hoje clássica "Vitreoretinal Pathology and Surgery" in "Retinal Detachment", admite ser o frio o agente físico menos agressivo para vítreo.

## REVISÃO

A precensão segura de uma catarata luxada ou entumesciente é um velho anseio dos oculistas. Esse sonho motivou muitos especialistas que utilizaram os mais diversos e estranhos processos merecendo citado no momento o eletrodíafaco de LACARRÈRE (6) (citado por CASTROVIEJO).

Convencido da inadequação dos métodos antigos, bem como das limitações e incertezas dos procedimentos de SMITH (8) PAUFIQUE (9), KRWAWICZ (10) (60, 61, 63 e 65) de Lublin, introduziu a crioterapia na cirurgia da catarata, adquirindo prioridade incontestemente nesse capítulo. Ele utilizou uma mistura de gelo seco e álcool metílico obtendo percentagens crescentes de extração intra capsular nas séries de 50, 600 e 2000 casos que sucessivamente apresentou evoluindo de 96 a quase 100% de extrações desse tipo. No início limitou o uso dos aparelhos às cataratas entumescidas e morgagnianas generalizando, posteriormente, seu emprego à totalidade das cataratas.

A partir de então a literatura se torna vasta e complexa. De uma parte os autores buscavam novas técnicas e instrumentais: MACHEVICIUS (11), com o N líquido, BELLOWS (12) e DUCH (13), com o CO<sup>2</sup> e finalmente o Freon com SUDARSKY (14) e KELMAN (15).

De outra parte somaram-se estatísticas sobre estatísticas: ZANEN (16), ELLIS (17), RADNOT e JOBLAGYI (18), BELLOWS (19) etc. Por termo médio as estatísticas variam de 90% na série de Zanen a 100% de intra capsular na de BELLOWS. CAMPOS DA PAZ NETO (20) obteve em 150 casos 94% de extrações totais.

O capítulo das complicações é pequeno e parece incompleto: SOLER SALA e NOGUER RODRIGUEZ (21) sobre 89 casos verificaram aderências de íris em 6, capsula 2, córnea 2 e vítreo 2. AMAYO, VIAU et col. (22) fizeram várias classes de comparação entre o crio e a pinça referindo para o 1.º complicações ligeiras (2 hifemas e 1 hérnia sobre 20 operações) e alta incidência de descolamento no grupo da pinça (até 12.5%), BELLOWS (23) sobre 278 casos (1966) refere apenas complicações leves (hifema e aderências). MENEZO (24) comparando 2 séries de 80 casos cada entre crio e erisífacio não encontra discrepâncias significativas no capítulo das complicações.

Ao final, recordemos com SIMÓN (25) que o dispositivo de KELMAN bem como a variante de Castroviejo, industrializado pela casa Frigitronics supre todos os requisitos exigidos para a cirurgia da catarata: pegada segura, manejo fácil, reaquecimento rápido. A temperatura nas estruturas vizinhas ao cone de congelação é da ordem de +30° C atuando o gelo como isolante. Essa temperatura de +30° C é com efeito a temperatura da câmara anterior aberta.

## TÉCNICA OPERATÓRIA

### 1) Preparo do paciente:

Exame clínico rigoroso e exames complementares. Lavagem das vias lacrimais com soro fisiológico e cloranfenicol. Sedação na véspera da cirurgia, com tranquilizantes suaves: Hipotensão pré-operatória, geralmente obtida pela administração oral de Acetazolamida e ocasionalmente com Manitol intravenoso. Pré-medicação, na manhã da cirurgia, via de regra com Meperidina e Diazepam intramuscular.

### 2) Cirurgia

Operação realizada sistematicamente sob anestesia geral, complementada com acinesia pela técnica de O'BRIEN. Só fazemos anestesia local (retro-bulbar) nas contra-indicações formais da anestesia geral (broncopneumopatas e cardiopatas graves). Usamos a neurolepto-anestesia, à base de Thiopental-sódico a 2% e Inoval por via intravenosa. Respiração espontânea, facilitada por cânula oro-faríngea. Assepsia cuidadosa. Blefarostato. Rédea no reto superior. Liegard largo. Incisão limbar, com especial atenção no tocante à obtenção de bom retalho conjuntival, realizada com a faca e eventualmente completada com tesoura, sempre que tenda a se tornar corneana. Ocorrendo incisão escleral e sangramento que prejudique as manobras cirúrgicas atua-se primeiramente pela lavagem, somente recorrendo à cauterização dos vasos quando a hemorragia não cessar espontaneamente. Iridectomia total, ou melhor dito, sectorial. às 12 horas, em 1 só tempo. Zonulólise enzimática segundo a técnica de Barraquer e após 2 minutos lavagem da câmara anterior com soro fisiológico interrompendo-se a ação da alfa quimiotripsina. Em pacientes muito idosos, e nos casos em que se observa tremulação do cristalino a zonulólise enzimática pode e deve ser evitada. A seguir enquanto o auxiliar eleva delicadamente a córnea, o cirurgião introduz na câmara anterior o crio-extrator tocando a cápsula do cristalino, ligeiramente úmida mas livre de qualquer coágulo sanguíneo, ao nível do coloboma. Observa-se então a formação e expansão da área de congelamento. Tão logo parece adequada, imprimem-se leves movimentos de lateralidade ao instrumento, permitindo aferir a resistência da zônula. Cumpre frizar que esta resistência, via de regra, é nula "ab initio", ou logo se torna nula, com a progressão do congelamento. Tem-se, dessa forma, a nítida impressão de haver apreendido uma catarata luxada. Neste preciso momento extrai-se a catarata, com o simples gesto de retirar o crio-extrator da câmara anterior, já que o cristalino se torna, por assim dizer, parte integrante do aparelho. Imediatamente após a extração interrompe-se a emissão de gás. A catarata se desprende do crio-extrator e readquire, ao cabo de poucos segundos, seu aspecto normal. Segue-se o fechamento do Liegard. Reforma-se a câmara anterior com ar diagnóstico, reduzindo-se os pilares da íris, com auxílio da própria cânula. Dão-se pontos conjuntivo-conjuntivais, em número de 2 a 4, dependendo do tamanho do Liegard, da incisão e do retalho. Substitui-se o ar diagnóstico por soro fisiológico. Retira-se a rédea e o blefarostato e instila-se Pilocarpina e Cloranfenicol. Curativo oclusivo binocular por 24 horas. Administração, de rotina, de Metoclopramide injetável, para prevenção de vômitos pós operatórios. Antibióticos e antiflogísticos, por via sistêmica, são ainda utilizados, sempre que exista indicação.

## DISCUSSÃO

Não dispomos, no momento, de dados que nos permitam emitir um juízo definitivo sobre a técnica introduzida por KRWAWICZ. Com efeito, a revisão estatística que realizamos somente contém referências a complicações de ordem técnica, tais como rupturas capsulares, aderências corneais e irianas etc. Não se tratam a rigor de complicações mas antes, de falhas de técnica. Tanto isso, é verdade, que elas se reduzem, fortemente, nas séries posteriores de cada autor o que revela sua evolução, melhor material, maior domínio sobre o instrumental bem como assistência de auxiliar habilitado.

Iniciamos a utilização do crio-extrator em setembro de 1968, após prévia consulta bibliográfica. Sem embargo, fazendo caso omissis das qualidades técnicas do instrumento que utilizamos, não podemos deixar de enfatizar a convicção que progressivamente vimos adquirindo, da inocuidade do método a **curto prazo**, assim entendido o interregno entre o início da operação e a volta 40 dias após para a competente refração.

É preciso contudo que nos acatelemos definitivamente contra a euforia inicial e que nos reservemos para uma opinião definitiva e posterior. Parece-nos a esse respeito que um follow-up de 4 anos é, em absoluto, necessário, mesmo admitindo que esse período já foi ultrapassado por diversos autores.

É mister que neste, como nos demais terrenos da oftalmologia moderna, se faça presente, pela discussão construtiva e observação desapassionada, a opinião do Instituto Penido Burnier, pela indiscutível autoridade que lhe confere sua longa existência, bem como, e muito especialmente, pela indesmentida honestidade das revisões estatísticas com que através dos anos e a exemplo de nossos mestres vimos relatando as conclusões que fluem desse valioso acervo de experiência e trabalho.

## CONCLUSÕES

1 — Consideramos a facectomia intra capsular com iridectomia sectorial, realizada com o crio-extrator, um método seguro e praticamente, atraumático de extração de catarata;

2 — Baseados no conceito anterior, nossa opinião é de que esse método deve ser empregado de preferência a qualquer outro nos pacientes monoculares, bem como nos portadores de cataratas entumescidas, hiper maduras e sub-luxadas.

3 — Até o momento, continuamos a utilizar a pinça de Arruga, sempre que uma pupila redonda seja desejável; futuramente publicaremos uma nova série de casos operados com pupila redonda, a qual já se encontra em andamento;

4 — Não observamos qualquer complicação pós operatória que pudesse ser imputada diretamente ao método, apenas discrepando da mais estrita normalidade; 2 híemas traumáticos, 2 hérnias de íris e alguns poucos híemas espontâneos de pequena monta e pronta reabsorção. Todas as complicações, de resto, foram sanadas sem maiores problemas, exceção feita a uma hemorragia no vítreo provocada por trauma de excepcional violência e que se reabsorveu após 2 meses de tratamento por enzimas fibrinolíticas proporcionando visão de 0,66.

5 — Em nenhum dos casos ocorreu complicação grave da facectomia: infecção, glaucoma secundário, descolamento da retina ou hemorragia expulsiva. Cabe lembrada a propósito, a incidência elevada de pacientes diabéticos (17.5%) hipertensos e cardiopatas graves constantes na presente série. Caso singularmente instrutivo diz respeito a uma paciente diabética portadora de glaucoma hemorrágico absoluto e espontâneo no olho congênere, que apresentou excelente recuperação visual (oito décimos).

Ainda aqui, parece-nos útil recordar os 4 pacientes monoculares, que sofreram perdas visuais por ocasião de facectomias prévias realizadas por oculistas experimentados. Revela notar enfim, a elevada percentual de cataratas complicadas.

6 — em nenhum dos casos ocorreu perda ou insinuação de vítreo.

7 — apenas ocorreu 1 complicação per-operatória de facectomia: aderência do crio à íris, mediada por um filamento de fibrina que, à guiza de ponte, cruzava o coloboma. A aderência foi rapidamente resolvida sem maiores conseqüências.

8 — Obteve-se extração intra capsular em todos os casos sem exceção.

Baseados no exposto, consideramos a crio-extração um método válido que a nosso ver tende a uso mais generalizado, podendo eventualmente suplantiar os processos convencionais até aqui utilizados.

#### QUADRO 1

##### IDADE

30 — 40	5
40 — 50	2
50 — 60	10
60 — 70	21
70 — 80	8
80 — 90	3
+ de 90	1
TOTAL	50

#### QUADRO 2

##### TIPOS DE CATARATA

Senil comum	40
Senil entumescete	2
Senil hipermadura	2
Complicada comum	2
Complicada entumescete	3
Complicada sub-luxada	1

#### QUADRO 3

##### Pacientes monoculares

(Visão igual a zero no congênere)

5 por cirurgia de catarata prévia

(4 fora do IPB e um do IPB)

1 caso de anoftalmia operatória posterior a uveíte phtisis

1 caso de glaucoma absoluto hemorrágico por diabetes.

**QUADRO 4****MAUS RISCOS CIRÚRGICOS**

<b>Gerais</b>	
diabéticos	8
hipertensos e cardiopatas	3
idade muito elevada (+80)	4
<b>Locais</b>	
alta miopia	2
cirurgias mal sucedidas no olho congênere	5
cataratas complicadas	5
<b>TOTAL</b>	<b>25</b>

**QUADRO 5****EXTRAÇÃO**

Intra capsular .....	50
Extra capsular .....	0
Percentagem de intra capsulares:	100%

**QUADRO 6****Visão obtida.**

Boa (de acôrdo com as condições oculares) 46

**Deficiente**

2 casos de catarata complicada com T-1 e PL com PLD

1 caso V = dedos a 1m.

R. Diabética grupo 4 + alta miopia

1 caso V = 01

R. Diabética grupo 2 com hemorragia macular

**QUADRO 7**

1 aderência de íris ao crio-exterior	
1 aderência da córnea ao crio	
Rompimento cápsula	0
Perda de vítreo	0

**QUADRO 8****Complicações pós-operatórias**

Estriação córnea (leve e nos primeiros dias)	1
Irite	1
Hérnia de íris	2
Retardo na formação da câmara	2
Esvaziamento da câmara	1
Hifemas traumáticas	2
(1 com hemorragias do vítreo)	
Hipotensão pós operatória	1
Hifemas expontâneos	3
Infecção	0
Glaucoma	0

## SUMMARY

## Cryo Surgery of Cataract

Cataract surgery is by far the most important chapter in ocular surgery and, it will be so in the future, because the incidence of cataract tends to be greater, parallel to the elevation of medium life time in the various countries all-over the world.

As a matter of fact there are three fundamental points to be considered in this subject:

- 1 — safety — the goal will be to obtain 100% of good surgical results;
- 2 — good functional results;
- 3 — good cosmaethical results.

Although careful pre-operative measures, good hypotony and general anaesthesia can provide a great deal of safety there are certain per-operative and post-operative complications which rend almost impossible to obtain the 100% of results above mentioned. It's obvious that any technique in cataract surgery which can give us at least 1% of progress must be carefully analysed. Thus, we intend to undestake an statistical analysis of cryo surgery of cataract in our Hospital (Instituto Penido Burnier, Campinas, São Paulo, Brazil).

The work will be carried on according to the following items:

- 1 — study of a series of fifty patients operated with sectorial iridectomy.
- 2 — study of a series of fifty patients operated through a round pupil;
- 3 — statistical comparison between both series;
- 4 — statistical comparison between each series in particular and two other series of operations performed with the conventional forceps technique;
- 5 — statistical comparison between the complete cryo surgical series and the respective forceps series.

All the operations must be made by the same surgeons.

The present series is, thus, the first step to the accomplishment of our desideratum. It includes fifty patients operated with the "Frigitronics cryo extractor". The results, both surgical and functional, were uniformly good, with exception made to small post operative complications as hiphaema. We have obtained 100% intra capsular extractions and 0% of infections, secondary glaucoma, corneal opacities vitreous loss, and retinal detachment.

The results of the second series and statistical analysis will be soon reported.

## BIBLIOGRAFIA

- 1 — COOPER, L. e LEE, A. J. — Cryostatic congelation. A system for producing a limited controlled region of cooling or freezing of biological tissues. *Nerv. Ment. Dis.* 33, 529.
- 2 — ALGAN, B. — Les complications de la cryo-extraction de la catarate, pathogenie, prevention et traitement. *Ann. d'Oculist.* 200(1):46-69, janvier 1967.
- 3 — HILTON, G. F. — A sepsis and cryo surgical problems. *Arch of Ophth.* 73:607, 1965.
- 4 — SUDARSKY, R. D., HULQUIST, R. and CHI, H. H. — Cryogenically induced Iris atrophy, iridectomy and cataract in rabbits. *Am. J. of Ophth.* 60(2):217-231, August, 1965.
- 5 — CIBIS, P. A. — Vitreoretinal pathology and surgery in retinal detachment. C. V. Mosby Co. Saint Louis, 1965.
- 6 — LACARRERE — Citado por Castroviejo.
- 7 — CASTROVIEJO, R. — Comments on cataract surgery. *Am. J. of Ophth.* 61(5)-II:1063, 1966
- 8 — SMITH — Citado por Krwawicz.

- 9 — PAUFIQUE — Citado por Krwawicz.
- 10 — KRWAWICZ, T. — Cataract extraction by application of low temperature. *Modern advances in cataract surgery*. Fasanellae R. M. 9, 191.
  - Further results of intumescent cataract operation carried out with the cryoextractor. *Klin. Ogcena* 31, 3, 201, 1961.
  - Intracapsular extraction of intumescent cataract by application of low temperature. *Brit. J. Ophth.* 45:279, 1961.
  - Further experience with intracapsular extraction by application of low temperature. *Brit. J. Ophth.* 47(1):36, 1963.
  - Recent developments in ocular cryosurgery and cryotherapy. *Trans. Ophth. Soc. U. K.* 85, 545, 1965.
- 11 — MACHEVICIUS, L. — Extraction intra capsular total del cristalino por medio de un facio congelador refrigerado a nitrogeno liquido. *Arch. Oftal. B. Aires*, 37(10):285, 1962.
- 12 — BELLOWS, J. G. — Simplified and improved method of cataracts extraction. *Highlights Ophth.* 7, 2, 144, 1964.
- 13 — DUCH, F. — Nuestro modelo de cryoextractor. *Arch. Soc. Ophth. Hispano-Amer.* 24:273, 1964.
- 14 — SUDARSKY, R. D. e HULQUIST, R. — Biophysical aspects and instrumentation in ocular cryosurgery. Citado por Algan (ref. 2).
- 15 — KELMAN, C. D. — A new cryosurgical instrument for ophtalmic surgery. *Trans. Amer. Acad. Ophth. O.R.L.* 69(2):353, 1965.
- 16 — ZANEN, J. et WIRTEL, A. — La cryo-extraction de la catarate. *Technique et résultats*. *Bull. SBO*, 535, 1965.
- 17 — HAIK, G. M. et ELLIS, G. S. — Cataract extraction by cryosurgery — a preliminary report. *Sth. Med. Jl.* 58(11):1436, 1965.
- 18 — RADNOT, M. et JOBBAGYI, P. — Nos expériences en cryochirurgie. *Ann. d'Ocul.* 199(5): 509-513, 1966.
- 19 — BELLOWS — Citado por Algan (ref. 2).
- 20 — PAZ NETO (C. da) — Crio-extração intracapsular da catarata. *Rev. Brasil. Oftal.* 13:483, 1964.
- 21 — SOLER SALA, J. M. y RODRIGUEZ, L. A. N. — Nuestra experiencia con la criofaquia. *Arch. Soc. Hisp. Amer.* 26:403-409, 1966.
- 22 — AMAYA, A. W., VIAU, R. y ANTILLON, H. — Criofaquia. *Arch. Soc. Oftal. Hisp. Amer.* 26:911-918, 1966.
- 23 — BELLOWS, J. G. — The application of cryogenic techniques in ophthalmology. *Am. J. of Ophth.* 57:29, 1964.
- 24 — MENEZO, J. L. — Extracccion intracapsular del cristalino con crioextractor y erisifaco. *Arch. Soc. Oftal. Hisp. Amer.* 26:581-593, 1966.
- 25 — SIMON, J. M. — Criofacectomia. Presentacion del facocriostilo. *Arch. Soc. Oftal. Hisp. Amer* 26:390-402, 1966

# CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DA CONVERGÊNCIA ASSIMÉTRICA

HARLEY E. A. BICAS (\*)

Num estudo recente, demonstrou-se que a relação  $C/A$  tinha maiores valores quando testadas com um dos olhos fixo em adução e menores estando o olho em abdução (1). Empreendeu-se então uma análise complementar em outro sentido, procurando-se nas diferenças entre várias condições de exame, um melhor esclarecimento da questão.

## MATERIAL E MÉTODO

Foram examinadas 35 pessoas com acuidade visual normal (às vezes necessária correção óptica), apresentando fusão ao sinoptóforo. Alguns manifestaram forias relativamente grandes, porém bem compensadas. Sendo um grupo jovem (a maior idade: 30 anos), a amplitude de acomodação estava nêle bem conservada.

Em todos os pacientes, o mesmo esquema foi sempre seguido, examinando-se num sinoptóforo "Oculus" a resposta de alinhamento de duas imagens haploscópicas não superponíveis (seta apontando inferiormente, para o OD; e outra superiormente para o OE), nas seguintes condições: em adução ( $+40^{\Delta}$ ), em frente ( $0^{\Delta}$ ) e em abdução ( $-40^{\Delta}$ ), primeiramente com o olho direito fixo nessas posições; sendo depois retomados os passos com o olho esquerdo situado em idênticas direções. Iniciando-se a colheita de dados sem estímulo acomodativo, êste era depois produzido pela anteposição de lentes esféricas negativas às oculares do sinoptóforo: 2; 4; 6; 8 e 10 D (em cada caso, repetindo-se novamente as várias posições já descritas). O alinhamento ficava a cargo do paciente que buscava assim um ângulo de percepção macular simultânea, a partir de uma colocação dos braços do instrumento em divergência. Além disso, solicitava-se a atenção para que a imagem correspondente ao olho fixo permanesse continuamente nítida (com isso, o olho fixo era presumido ser também o "fixador", ficando então a resposta dependente de sua acomodação).

(\*) Professor Assistente Doutor do Departamento de Oftalmologia da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo.

## RESULTADOS

Na maior parte dos casos, os resultados foram facilmente reproduzíveis para pequenos estímulos da acomodação; com o crescimento deste a variabilidade tornou-se discretamente maior em torno de uma determinada medida, havendo também dificuldade de um perfeito alinhamento das setas com valores extremos do estímulo acomodativo; nessa ocasião, referia-se uma espécie de balanço, pequeno mas contínuo das setas.

Discreta perda da nitidez das imagens surgiu em vários casos com as lentes de 10 D e algumas vezes mesma com as de 8 D. Não obstante, a resposta permaneceu em níveis próximos aos esperados (além disso, outros pacientes toleraram muito bem a adição de lentes —12 sf., vendo nítidas as imagens).

Das trinta e seis medidas obtidas de cada paciente (seis para cada valor de estímulo acomodativo), as seguintes variáveis foram compiladas (todas elas **diferenças** entre duas originais):

- A) Dextroversão : Fixando OE ( $+40^{\Delta}$ ) — Fixando OD ( $-40^{\Delta}$ ).
- B) Levoversão : Fixando OD ( $+40^{\Delta}$ ) — Fixando OE ( $-40^{\Delta}$ ).
- C) Adução D : Fixando OD ( $+40^{\Delta}$ ) — Fixando OD ( $0^{\Delta}$ ).
- D) Abdução D : Fixando OD ( $0^{\Delta}$ ) — Fixando OD ( $-40^{\Delta}$ ).
- E) Olho D : Fixando OD ( $+40^{\Delta}$ ) — Fixando OD ( $-40^{\Delta}$ ).
- F) Adução E : Fixando OE ( $+40^{\Delta}$ ) — Fixando OE ( $0^{\Delta}$ ).
- G) Abdução E : Fixando OE ( $0^{\Delta}$ ) — Fixando OE ( $-40^{\Delta}$ ).
- H) Olho E : Fixando OE ( $+40^{\Delta}$ ) — Fixando OE ( $-40^{\Delta}$ ).
- I) Convergência : Fixando OD ( $+40^{\Delta}$ ) — Fixando OE ( $+40^{\Delta}$ ).
- J) Pos. Primária: Fixando OD ( $0^{\Delta}$ ) — Fixando OE ( $0^{\Delta}$ ).
- K) Divergência : Fixando OD ( $-40^{\Delta}$ ) — Fixando OE ( $-40^{\Delta}$ ).

Em cada tabela (I a VI) um ponto de referência é fornecido (resultado obtido com fixação do OD em  $0^{\Delta}$ ) para que todos os valores possam, eventualmente ser recompostos.

**TABELA I**  
Diferenças entre resultados obtidos em várias condições de convergência assimétrica, com estímulo acomodativo nulo.

LENTE 0

nome	R	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
SHBB	0	-2	-5	-2	0	-2	-2	-3	-5	0	0	-3
EG	-4	0	-2	+1	-2	-1	0	-1	-1	-1	-2	-1
AMS	+3	0	-1	-1	+1	0	-1	0	-1	0	0	-1
VBS	+8	-2	+3	+1	-1	0	+1	0	+1	+2	+2	+3
MLGB	+4	-1	+1	0	0	0	-1	+1	0	+1	0	+1
G-OJ	+3	-1	+1	+1	+1	+2	-2	0	-2	+3	0	-1
MAMO	+5	0	0	0	0	0	-1	+1	0	+1	0	0
JBT	+10	+2	0	0	+3	+3	-1	0	-1	-2	0	-3
EC	-1	0	-2	-1	-1	-2	0	0	0	0	-1	0
EG	+3	0	0	0	0	0	-1	+1	0	0	-1	0
IY	+2	0	-1	+1	0	+1	-2	0	-2	+1	-2	-2
FASA	0	+1	+1	+4	+3	+7	-2	-3	-5	+6	0	-6
MLQ	+1	0	0	0	0	0	+1	-1	0	0	+1	0
VCA	+4	-1	-2	-1	0	-1	-1	-1	-2	0	0	-1
LD	+1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EZF	-5	0	-3	-2	-3	-5	+2	0	+2	-5	-1	+2
MIA	-19	+1	-2	0	0	0	+2	-3	-1	-1	+1	-2
CAM	-19	+2	-1	+4	0	+4	-1	-2	-3	+2	-3	-5
BAD	+5	0	+1	-1	0	-1	0	+2	+2	-1	0	+2
NAG	+9	+1	0	+1	+1	+2	-1	0	-1	+1	-1	-2
LSC	+4	-1	+1	-2	+2	0	-1	+1	0	+1	+2	+1
MLM	+3	+1	0	-1	+1	0	-1	+1	+1	-1	0	0
LCM	0	-1	-1	-1	0	0	-1	-1	-2	-1	0	-1
NBJ	+12	+3	-13	-13	+8	-5	0	0	0	-13	0	-8
JRMC	+5	0	-2	-2	+1	-1	-1	0	-1	-1	0	-1
HEAB	+1	+1	-2	-2	0	-2	+1	0	+1	-3	0	0
GBSD	+1	+1	-1	0	0	0	-1	+1	0	-1	-2	-1
RCSM	-10	-4	-4	+3	-7	-4	-4	0	-4	0	-7	0
AMST	+4	+1	+1	0	+1	+1	-1	+2	+1	0	-1	0
VAB	+4	0	0	-2	+2	0	-1	+1	0	0	+1	0
JAZP	+1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OLNJ	+26	+4	+15	-1	+13	+12	-7	+14	+7	+8	+2	+3
JFM	-1	0	-1	0	0	0	-1	0	-1	0	-1	-1
WA	-9	+2	+2	+6	-2	+4	+5	-5	0	+2	+1	-2
LHBC	+5	-1	+2	0	+4	+4	-5	+2	-3	+5	0	-2
m		+0,31	-0,43	-0,26	+0,71	+0,46	-0,77	+0,20	-0,57	+0,09	-0,37	-0,89
s		1,92	3,80	2,86	3,12	3,14	2,01	2,84	2,14	3,28	1,61	2,25

TABELA II  
Diferenças entre resultados obtidos em várias condições de convergência assimétrica, com lentes negativas de 2 D.

LENTE —2	nome	R	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
	SHBB	0	-1	+1	0	+2	+2	-3	+1	-2	-3	0	-1
	EG	+1	+1	-1	-2	+2	+2	-5	+5	0	-1	-4	-1
	AMS	+5	+2	-1	-1	+2	+1	0	0	0	-1	0	-2
	VBS	+12	+1	-1	-1	0	-1	0	+1	+1	-2	-1	0
	MLGB	+10	0	-1	-1	0	-1	-1	+1	0	-1	-1	0
	GOJ	+10	0	+1	+1	+3	+4	-3	0	-3	+4	0	-3
	MAMO	+10	+3	0	-2	+4	+2	-1	+2	+1	-1	0	-2
	JBT	+16	-1	-5	-1	0	0	-3	-2	-5	0	-2	-4
	EC	+5	0	-4	-4	+1	+3	-1	0	-1	-3	0	-1
	BG	+9	+2	+1	-1	+3	+2	-2	+3	+1	0	-1	-1
	IY	+7	0	-1	-1	+1	0	-4	+3	-1	0	-3	-1
	FASA	+1	+2	-3	+4	+1	+5	-1	-5	-6	+3	-2	-8
	MLQ	+6	-1	0	-1	+1	0	-3	+2	-1	+1	-1	0
	VCA	+10	0	-1	0	0	0	-1	0	-1	0	-1	-1
	LD	+5	-2	0	0	-3	-3	0	+1	+1	-1	-1	+3
	BZF	0	-1	-2	+2	-2	0	+1	-4	-3	+1	0	-2
	MIA	-17	0	-1	+1	-1	0	-1	0	-1	0	-2	-1
	CAM	-12	-1	0	+2	+3	+5	-7	+1	-6	+6	-3	-5
	BAD	+12	-2	+1	-2	0	-2	0	+1	+1	0	+2	+3
	NAG	+10	+1	-1	-1	+1	0	-2	+2	0	-1	-2	-1
	LSC	+1	+2	-1	0	0	0	0	+1	+1	-2	-2	-1
	MLM	+10	+1	0	-4	+5	+1	-1	+1	0	0	+3	-1
	LCM	+5	-2	-1	-1	0	-1	-2	0	-2	+1	0	0
	NBJ	+10	+2	+3	-4	-1	-5	-2	+12	+10	-7	-5	+8
	JRMC	+15	+5	+2	0	+8	+8	-4	+3	-1	+3	-1	-6
	HEAB	+13	-2	+3	0	+3	+3	0	-2	-2	+5	+5	0
	GBSD	+6	+1	0	-1	+2	+1	-3	+3	0	0	-2	-1
	RCSM	0	0	-3	-4	0	-4	-5	+6	+1	-4	-5	+1
	AMST	+21	+2	+7	-2	+7	+5	-3	+7	+4	+3	+2	+2
	VAB	+4	+1	+2	0	+1	+1	-1	+3	+2	0	-1	+1
	JAZP	+5	0	-1	-1	0	-1	0	0	0	-1	0	0
	OLNJ	+32	+18	+4	-3	+18	+15	-3	+10	+7	-3	-3	-11
	JFM	+1	0	-1	-1	-1	-2	-1	+2	+1	-2	-2	+1
	WA	+12	+6	-3	-3	+3	0	+6	-3	+3	-6	+3	-3
	LHBC	+20	0	+4	-6	+7	+1	-4	+7	+3	+1	+3	+3
	m		+1,06	-0,09	-1,09	+2,00	+0,91	-1,71	+1,77	+0,06	-0,31	-0,77	-1,0
	s		3,46	2,39	1,96	3,72	3,63	2,23	3,51	3,10	2,72	2,22	3,28

**TABELA III**  
Diferenças entre resultados obtidos em várias condições de convergência assimétrica, com lentes negativas de 4 D.

nome	R	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
SHBB	+5	+5	+3	-2	+6	+4	+4	0	+4	-1	+5	-1
EG	+5	+1	0	0	0	0	-1	+2	+1	-1	-2	0
AMS	+10	+2	-3	-2	+3	+1	-2	0	-2	-1	-1	-4
VBS	+21	+4	+2	-1	+4	+3	+1	+2	+3	-1	+1	-1
MLGB	+20	0	+5	0	0	0	0	+5	+5	0	0	+5
GOJ	+17	0	+1	-2	+2	0	+2	+3	+1	0	0	+1
MAMO	+19	+5	0	-1	+4	+3	+2	+2	+2	-2	-1	-3
JBT	+25	+5	-3	-3	+5	+2	0	0	0	-3	0	-5
EC	+10	+1	-1	-5	+4	-1	-2	+3	+1	-2	+1	0
BG	+15	+4	+2	-1	+5	+4	-1	+3	+2	0	0	-2
IY	+19	+1	+3	0	+4	+4	-3	+3	0	+3	0	-1
FASA	+5	+1	-2	+3	+5	+8	-4	-5	-9	+7	0	-10
MLQ	+11	-1	0	-1	-2	-3	-3	+5	+2	-2	-4	+3
VCA	+23	-2	-4	-3	+1	-2	0	-4	+4	0	+3	-2
LD	+14	-2	+1	-3	-1	-4	-1	+4	+3	-2	0	+5
BZF	+9	+4	+4	0	+1	+1	+1	+6	+7	-3	-2	+3
MIA	-15	-1	-3	+2	-1	+1	-1	-4	-5	+2	-1	-4
CAM	-6	+3	-3	-3	+6	+3	-9	+6	-3	0	-6	-6
BAD	+16	+1	-3	0	-2	-2	-1	+1	0	-3	-4	-1
NAG	+20	+5	0	-5	+5	0	-1	+6	+5	-5	-1	0
LSC	+12	+6	+3	-2	+6	+4	+2	+3	+5	-2	+2	-1
MLM	+13	+3	+4	+1	+3	+4	-2	+5	+3	+1	-2	0
LCM	+15	-1	+2	-1	-1	-2	-1	+4	+3	-1	-1	+4
NBJ	+14	+8	+19	+11	-6	+5	+16	+6	+22	-3	+2	+14
JRMC	+21	+5	+5	+3	+1	+4	+1	+5	+6	-1	-3	+1
HEAB	+25	0	-7	-12	+5	-7	0	0	0	-7	+5	0
GBSD	+11	+2	-2	-1	+1	0	-1	+1	0	-2	-2	-2
RCSM	+14	+2	-4	-3	+6	+3	-8	+3	-5	+1	-4	-7
AMST	+34	+8	+12	-4	+9	+5	+3	+12	+15	-3	+4	+7
VAB	+13	+2	+3	0	+6	+6	-6	+5	-1	+4	-2	-3
JAZP	+25	+1	+5	-5	+10	+5	-1	+2	+1	+4	+8	0
OLNJ	+35	+26	+9	+4	+10	+14	+16	+5	+21	-12	0	-5
JFM	+10	-2	0	-5	+3	-2	-5	+5	0	0	0	+2
WA	+22	+7	+11	+1	+10	+11	-1	+8	+7	+4	+2	0
LHBC	+34	+6	+10	-4	+16	+12	-11	+15	+4	+6	-1	-2
m		+3,11	+1,97	-1,26	+3,66	+2,40	-0,66	+3,34	+2,69	-0,71	-0,11	-0,43
s		4,89	5,32	3,63	4,27	4,42	5,19	3,92	6,30	3,53	2,83	4,32

TABELA IV  
... várias condições de convergência assimétrica, com lentes negativas de 6 D.

Diferenças entre res

LENTE —6

nome	R	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
SHBB	+7	+3	+4	-3	+5	+2	+6	-1	+5	-1	+8	+2
EG	+15	-2	0	-5	-2	-7	0	+5	+5	-3	0	+7
AMS	+13	+2	0	+2	0	+2	-4	+4	0	0	-6	-2
VBS	+27	+4	+6	-3	+5	+2	0	+8	+8	-2	+1	+4
MLGB	+24	0	+3	+1	-1	0	0	+3	+3	0	-1	+3
GOJ	+22	+2	0	-1	+2	+1	0	+1	+1	-1	0	-1
MAMO	+26	+5	+4	-2	+6	+4	0	+5	+5	-1	+1	0
JBT	+33	+5	+3	+1	+8	+9	0	-1	-1	+4	+3	-6
EC	+16	0	-1	-2	+1	-1	0	0	0	-1	+1	0
BG	+20	+4	+3	-1	+4	+3	0	+4	+4	-1	0	0
IY	+24	0	+7	+3	0	+3	0	+4	+4	+3	0	+4
FASA	+9	+1	+3	+6	+2	+8	-1	-3	-3	+7	0	-5
MLQ	+20	-5	+5	0	-3	-3	-5	+8	+3	+2	-3	+8
VCA	+29	+4	+4	+1	+7	+8	-4	+4	0	+4	-1	-4
LD	+21	0	+1	-1	0	-1	0	+2	+2	-1	0	+2
BZF	+15	+2	+6	+3	+4	+7	-2	+3	+1	+5	0	-1
MIA	+5	0	-6	-10	+6	-4	-12	+10	-2	+4	-6	-2
CAM	0	-4	-4	-10	+3	-7	-2	+1	-1	-3	+5	+3
BAD	+30	-6	-1	-7	-2	-9	-2	+4	+2	-3	+2	+8
NAG	+30	+11	+3	-4	+10	+6	+1	+7	+8	-3	0	-3
LSC	+25	+1	+14	0	+6	+6	+3	+6	+9	-5	+8	+8
MLM	+19	+8	+5	+2	+4	+6	+2	+5	+7	+5	-2	-1
LCM	+25	-1	-1	-4	-1	-5	0	+5	+5	-4	0	+6
NBJ	+35	+24	+4	-17	+20	+3	+4	+21	+25	-21	0	+1
JRMC	+31	+6	+10	-1	+5	+4	-3	+15	+12	-2	-4	+6
HEAB	+40	0	+4	-6	+10	+4	-3	+3	0	+4	+7	0
GBSD	+20	+3	+1	-4	+4	0	+1	+3	+4	-3	+2	+1
RCSM	+24	0	+6	+1	+4	+5	-5	+6	+1	+5	-1	+1
AMST	+39	+16	+18	+2	+14	+16	+4	+14	+18	0	+2	+2
VAB	+24	+9	0	-4	+14	+10	-1	0	-1	+1	+4	-10
JAZP	+31	+4	+12	+3	+5	+8	+1	+7	+8	+4	+2	+4
OLNJ	+35	+13	+11	+5	+11	+16	-3	+11	+8	+3	-5	-5
JFM	+16	+7	+4	-2	+6	+4	-3	+10	+7	-3	-4	0
WA	+40	+10	+27	0	+25	+25	-13	+25	+12	+15	+2	+2
LHBC	+42	+25	+17	-3	+22	+19	+9	+14	+23	-6	+6	-2
m		+4,31	+4,97	-1,71	+5,83	+4,11	-0,91	+6,09	+5,17	-0,20	+0,60	+0,86
s		6,97	6,51	4,56	6,66	7,27	4,13	6,04	6,56	5,55	3,51	4,19

TABELA V  
Diferenças entre resultados obtidos em várias condições de convergência assimétricas, com lentes negativas de  $\xi$  D.

LENTE —8

nome	R	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
SHBB	+9	+2	-4	-5	+4	-1	-3	+2	-1	-3	-1	-3
EG	+15	+1	0	0	-4	-4	+4	+1	+5	-5	-1	+4
AMS	+20	+5	+2	+2	+4	+6	-2	+3	+1	+1	-3	-4
VBS	+27	+5	+4	+2	+1	+3	+3	+3	+6	-2	-1	+1
MLGB	+30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GOJ	+28	0	-2	0	+3	+3	-4	+3	-1	+3	-1	-1
MAMO	+32	+3	+5	-1	+4	+3	-1	+6	+5	0	0	+2
JBT	+39	+8	+4	+1	+7	+8	+1	+3	+4	0	0	-4
EC	+26	-1	+3	-3	+2	-1	-2	+5	+3	0	+1	+4
BG	+26	+5	+7	+2	+6	+8	+1	+3	+4	+3	+2	-1
IY	+32	0	+7	0	+2	+2	0	+5	+5	+2	+2	+5
FASA	+20	+7	+2	+2	+5	+7	+2	0	+2	0	+0	+5
MLQ	+25	0	+10	0	+4	+4	-6	+12	+6	+4	-2	+6
VCA	+40	+17	+10	+10	+15	+25	-3	+5	+2	+8	-5	+6
LD	+28	-2	+7	+1	-1	0	0	+5	+5	+2	+1	+7
BZF	+16	+6	-1	-2	+1	-1	+3	+3	+6	-7	-2	0
MIA	+10	+5	-1	-3	+5	+2	-5	+7	+2	-3	-5	-3
CAM	-1	+12	+3	+1	+8	+9	+4	+2	+6	-3	0	-6
BAD	+39	0	+5	-4	+3	-1	+2	+4	+6	-1	+5	+6
NAG	+37	+9	+10	-2	+7	+9	+2	+8	+10	0	0	+1
LSC	+29	+4	+14	+5	+3	+8	+1	+9	+10	+4	0	+6
MLM	+30	+8	+4	-4	+15	+11	-1	+2	+1	+3	+6	-7
LCM	+31	-1	+7	+1	+1	+2	-3	+7	+4	+3	-1	+5
NBJ	+28	+8	+19	+3	-2	+1	+13	+13	+26	-7	+3	+18
JRMC	+40	-2	+2	-8	+6	-2	-6	+8	+2	0	+2	+4
HEAB	+60	+4	+24	-2	+20	+18	+8	+2	+10	+14	+24	+6
GBSD	+26	+5	-1	-5	+6	+1	+4	-1	+3	-4	+5	-2
RCSM	+33	+10	0	-3	+5	+2	+2	+6	+8	-8	-3	-2
AMST	+47	+13	+19	-2	+17	+19	+8	+15	+23	-4	+2	0
VAB	+24	+9	+6	+2	+10	+12	-2	+5	+3	+3	-1	-6
JAZP	+33	+1	+13	-1	+4	+5	-4	+13	+9	+4	-1	+8
OLNJ	+45	+23	+13	+4	+21	+25	+1	+20	+21	+2	-1	-2
JFM	+34	+9	+13	-10	+13	+3	-3	+22	+19	-6	+1	+10
WA	+46	+31	+13	-10	+27	+17	-1	+28	+27	-14	-5	-4
LHBC	+45	+42	+35	+5	+35	+40	+1	+36	+37	-2	-6	-5
m	+7,03	+7,60	+7,60	-0,40	+7,34	+6,94	+0,40	+7,57	+7,97	-0,37	+0,43	+0,64
s	9,28	8,43	8,40	4,14	8,40	9,33	4,05	8,15	8,91	4,99	4,94	6,05

TABELA VI  
em várias condições de convergência assimétricas, com lentes negativas de 10 D.

Diferenças entre res.

LENTE — 10

nome	R	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
SHBB	+12	+1	-1	-3	+3	0	-2	+2	0	-1	0	-1
EG	+25	0	-3	-4	+1	-3	0	0	0	-3	+1	0
AMS	+24	+4	+1	0	+5	+5	-2	+2	0	+1	-1	-4
VBS	+32	0	+1	-2	-2	-4	+3	+2	+5	-4	+1	+5
MLGB	+36	+2	+3	+4	+1	+5	0	0	0	+3	-1	-2
GOJ	+31	+6	-2	-1	+6	+5	+1	-2	-1	-1	+1	-7
MAMO	+35	+3	+3	0	+3	+3	0	+3	+3	0	0	0
JBT	+45	+4	+1	+1	+5	+6	+1	-2	-1	+2	+2	-5
EC	+32	0	0	-7	+3	-4	0	+4	+4	-4	+3	+4
BG	+24	+6	+2	+1	+5	+6	-1	+3	+2	0	-2	-4
IY	+41	+3	+5	-1	+5	+4	-1	+5	+4	+1	+1	+1
FASA	+31	+1	+2	+5	+9	+14	-17	+6	-11	+13	-9	-12
MLQ	+30	-1	+10	0	+3	+3	-1	+7	+6	+4	+3	+7
VCA	+39	-2	-7	-1	-2	-3	-7	+1	-6	-1	-7	-4
LD	+35	-1	+2	-3	-1	-4	0	+5	+5	-3	0	+6
BZF	+19	+3	+5	+7	+3	+10	-4	+2	-2	+7	-4	-5
MIA	+16	+9	+4	-1	+10	+9	-5	+9	+4	0	-4	-5
CAM	+13	+9	+6	-3	+8	+5	+8	+2	+10	-4	+7	+1
BAD	+40	-4	+10	0	-5	-5	+1	+10	+11	-1	0	+15
NAG	+43	+8	+8	+2	+6	+8	0	+8	+8	0	-2	0
LSC	+39	+8	+9	-1	+8	+7	+3	+7	+10	-1	+3	+2
MLM	+33	+12	+5	+2	+10	+12	-2	+7	+5	0	-4	-7
LCM	+42	-5	+6	-7	-1	-8	+2	+7	+9	-3	+6	+14
NBJ	+39	+7	+12	-4	+12	+8	-4	+15	+11	+1	+1	+4
JRMC	+44	+17	+5	-4	+14	+10	+3	+9	+12	-7	0	+5
HEAB	+70	0	+33	-4	+20	+23	+7	+3	+10	+23	+27	+10
GBSD	+31	+10	+13	+4	+7	+11	+10	+2	+12	+1	+7	+2
RCSM	+43	+16	+11	+8	+3	+11	+5	+11	+16	-5	-8	0
AMST	+51	+16	+14	+8	+8	+16	+6	+8	+14	0	-2	-2
VAB	+31	+15	+10	+3	+15	+18	-5	+12	+7	+3	-5	-8
JAZP	+40	+17	+15	+5	+8	+13	+11	+8	+19	-4	+2	+2
OLNJ	+45	+16	+18	+7	+11	+18	0	+16	+16	+2	-5	0
JFM	+34	+8	+19	+1	+3	+4	+4	+19	+23	-4	-1	+15
WA	+52	+41	+18	-14	+37	+23	+8	+28	+36	-18	+4	-5
LHBC	+51	+44	+47	+9	+36	+45	+4	+42	+46	+1	-4	+2
m	+7,80	+3,14	+7,34	+0,40	+7,34	+7,74	+0,74	+7,46	+8,20	-0,06	+0,29	+0,40
s	10,70	10,21	8,95	4,82	10,11	10,11	5,26	8,61	10,87	6,19	6,04	6,39

Os resultados de alguns dos casos, apresentados nos gráficos seguintes, contribuem para a compreensão de outros tópicos.

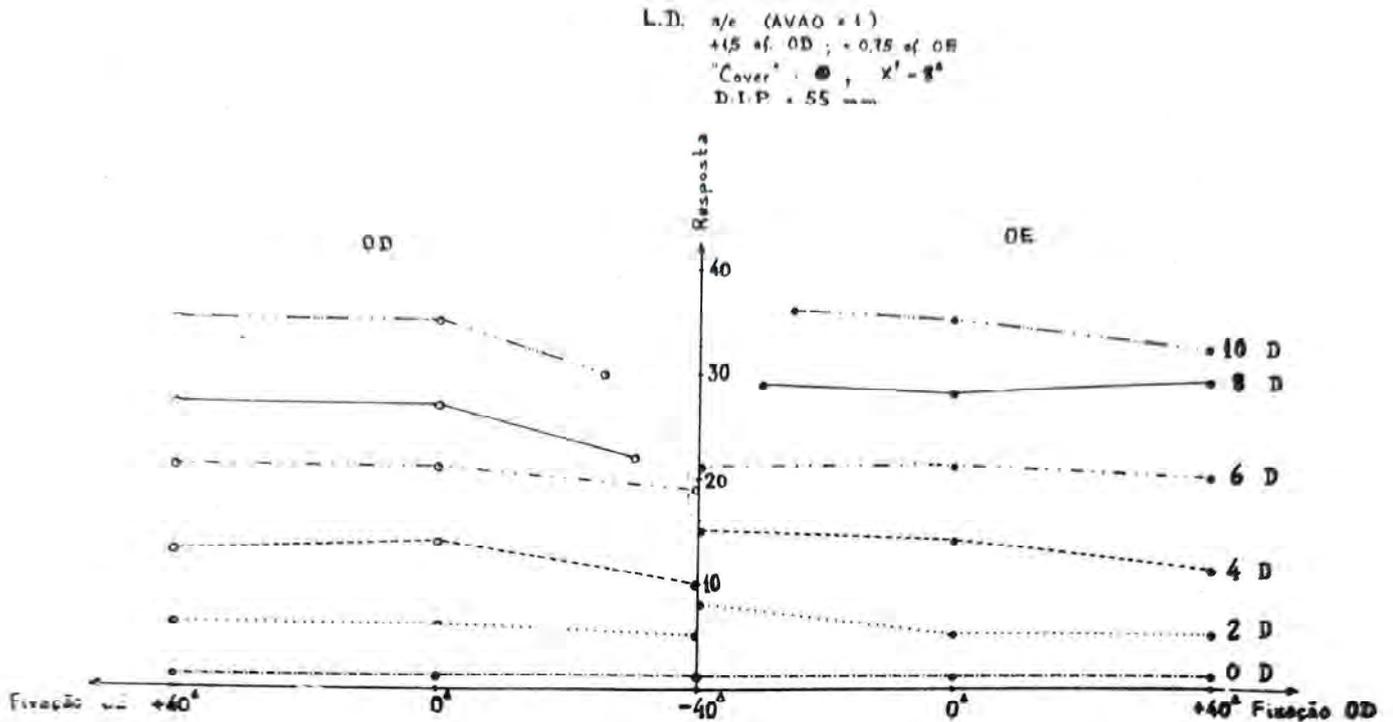


FIG. 1 — Respostas da convergência em função do estímulo acomodativo e da posição do olho fixador. Note-se a proporcionalidade entre os resultados de cada olho e a quase perfeita linearidade relatada às abscissas.

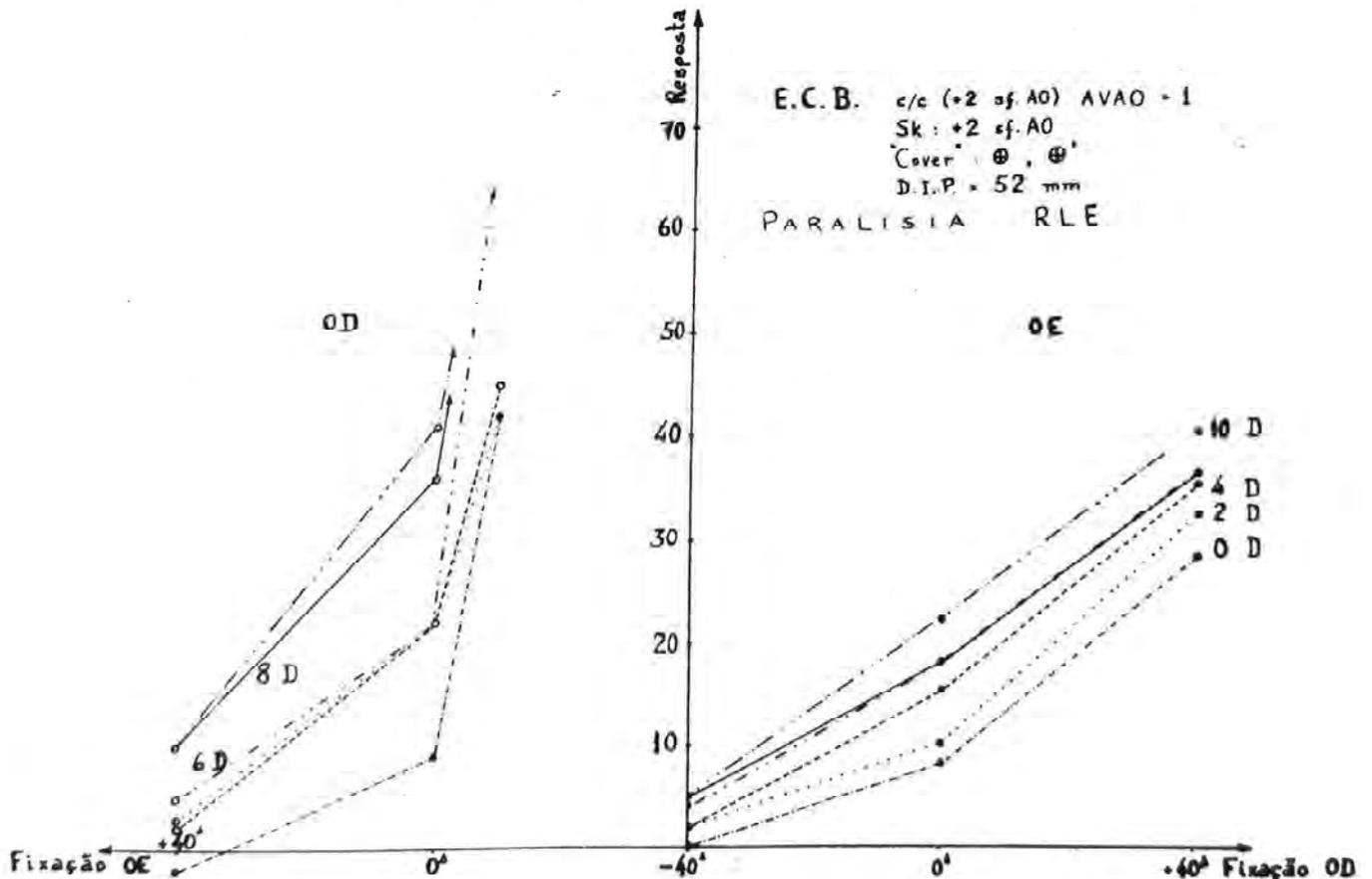


FIG. 2 — Respostas da convergência em função do estímulo acomodativo e da posição do olho fixador. Note-se a discrepância entre os resultados de cada olho e as suas variações em função das posições do olho fixador. Essas anomalias em relação ao caso anterior (fig. 1) são atribuíveis à paralisia do R.L.E.

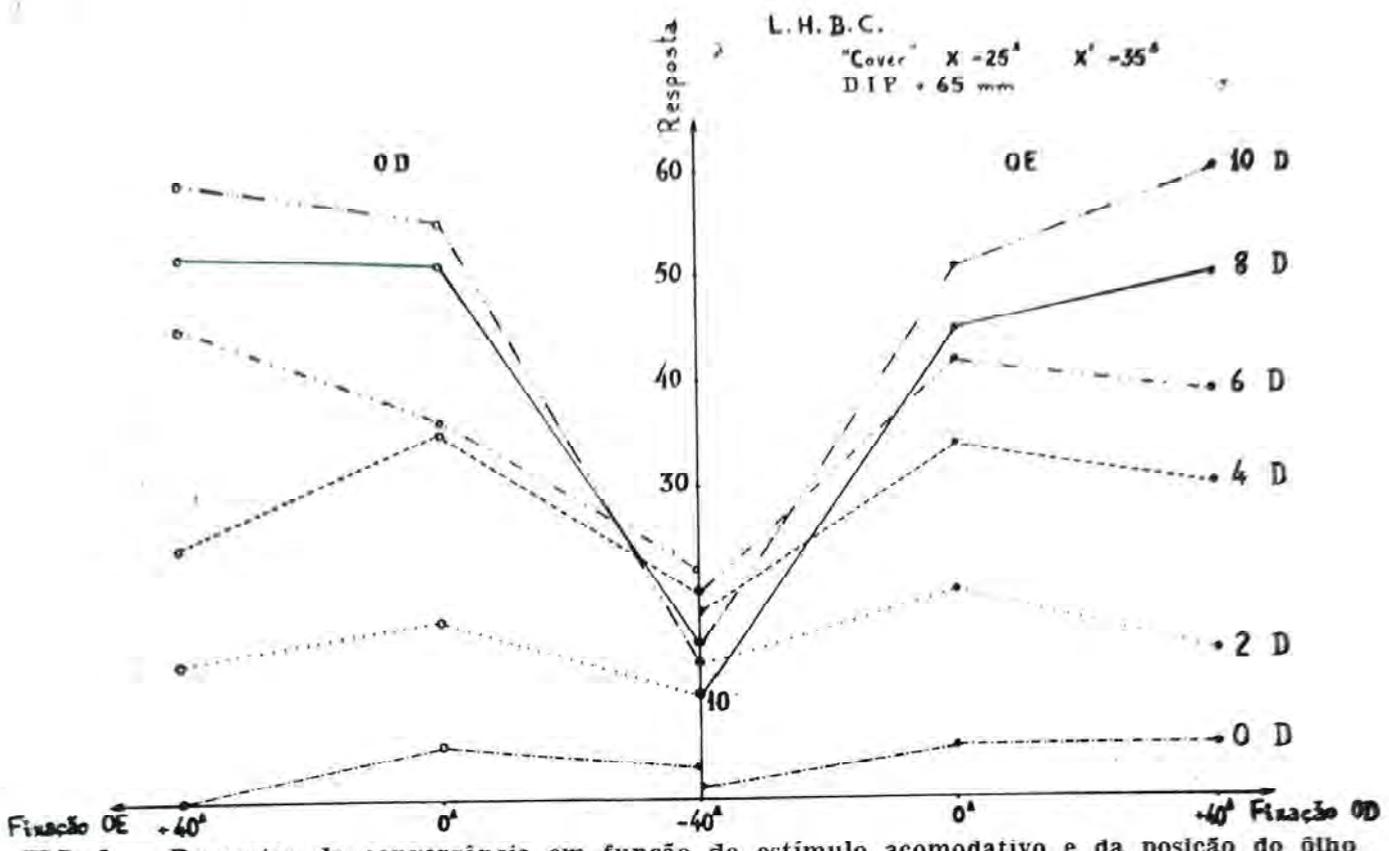


FIG. 3 — Respostas da convergência em função do estímulo acomodativo e da posição do olho fixador. Ainda que guardada a proporcionalidade de resultados quando se comparam os dois olhos, há nítida variação relatada à posição do olho fixador, principalmente em estímulos acomodativos maiores. Na observação clínica destacam-se acentuadas exoforias, para longe e perto.

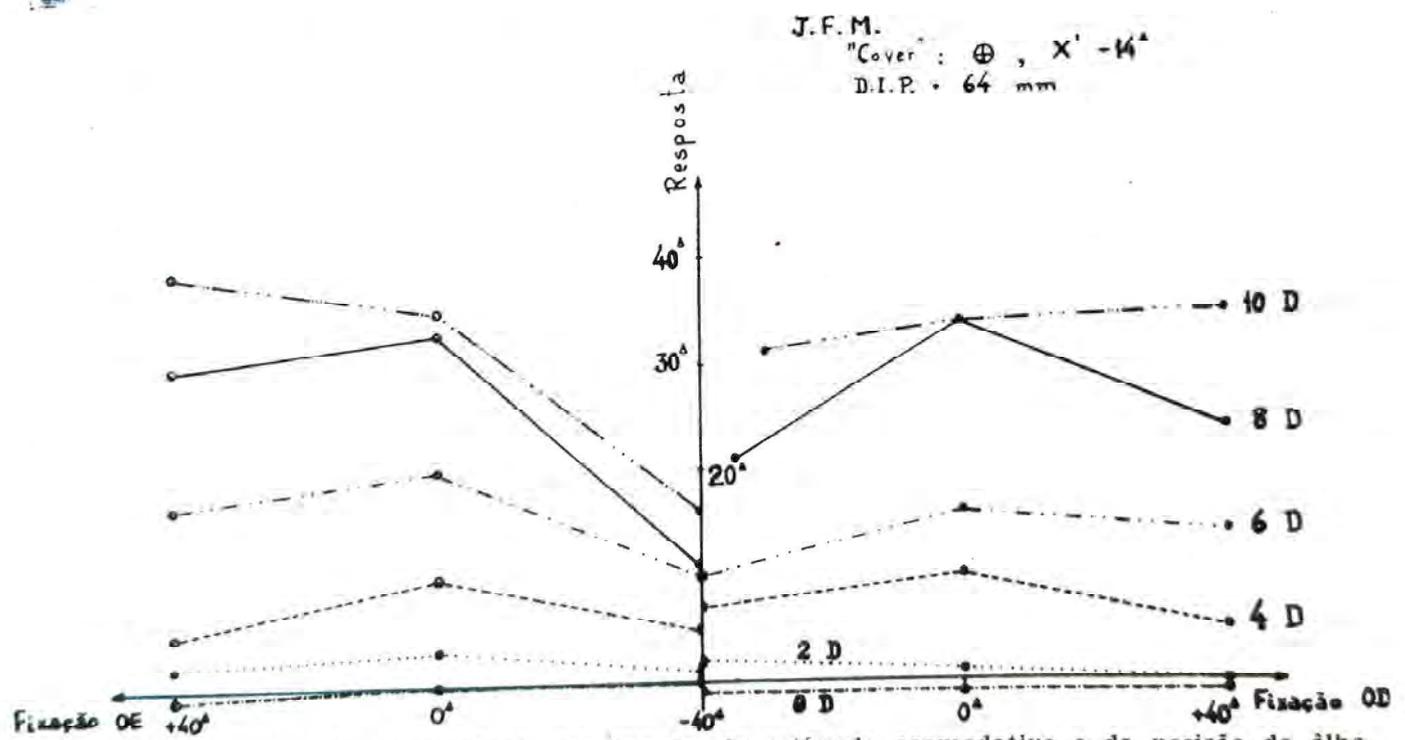


FIG. 4 — Respostas da convergência em função do estímulo acomodativo e da posição do olho fixador. Chama a atenção a falta de correspondência dos resultados obtidos para cada olho em abdução, quando os estímulos acomodativos são mais intensos. Na anamnese, há queixa de diplopia nas lateroversões.

## DISCUSSÃO

Ao exame dos resultados, é interessante que se preceda com uma análise geométrica dos pontos teoricamente envolvidos no estudo. Assim, na figura 5, A, B e C representam os pontos fixados respectivamente com um dos olhos em frente, em adução (de  $40^\Delta$ ) e em abdução (de  $40^\Delta$ ), sendo iguais as distâncias entre estes e aqueles ( $\overline{DA} = \overline{EB} = \overline{DC}$ ).

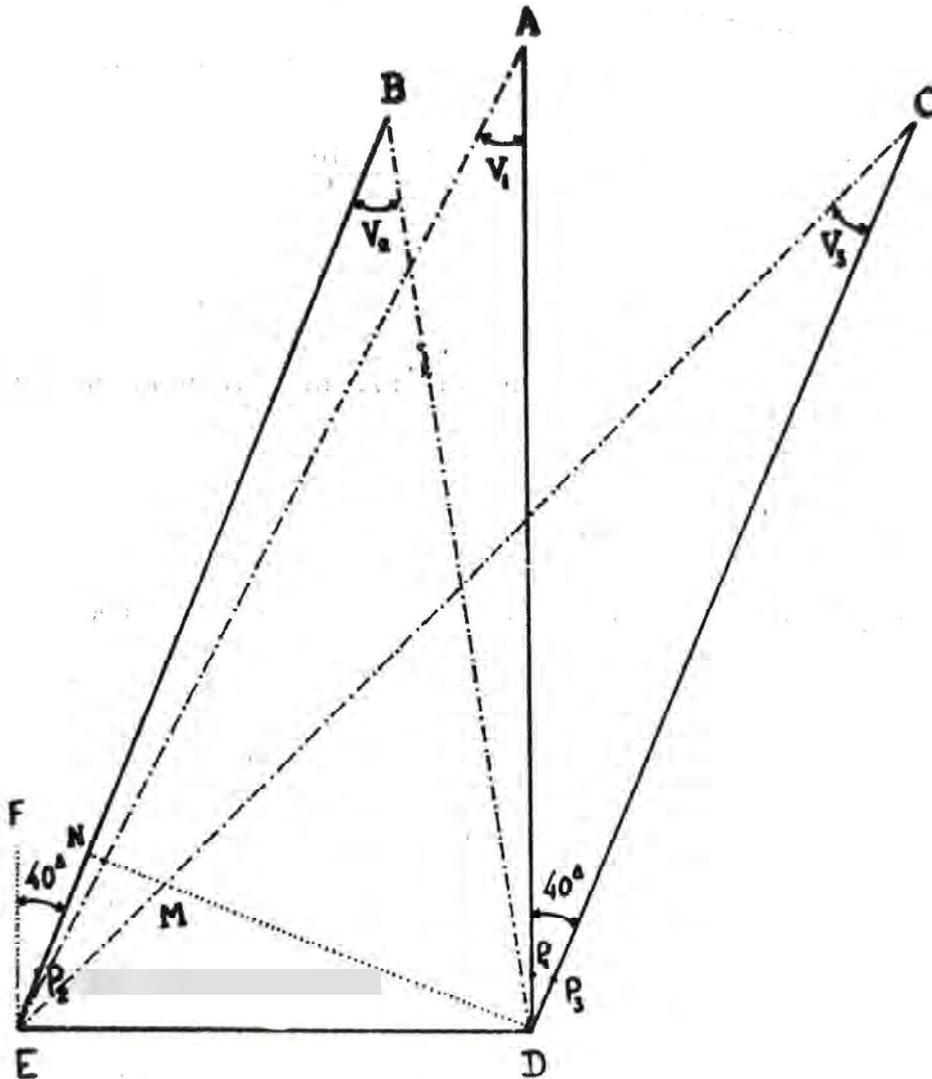


FIG. 5 — Situações de pontos a uma distância constante "d" do olho fixador:  $EP_2 = d$  (olho esquerdo fixando em adução de  $40^\Delta = BEF$ );  $AP_1 = d$  (olho direito fixando "em frente");  $CP_3 = d$  (olho direito fixando em abdução de  $40^\Delta = ADC$ ). As convergências, representadas pelas angulações respectivas  $EBD$ ,  $EAD$  e  $ECD$  serão diferentes.  $P_1$ ,  $P_2$  e  $P_3$  representam as posições do primeiro ponto principal, nas diferentes direções.

Pela figura 5, considerando todos os valores em centímetros, sejam:

$$AP_1 = BP_2 = CP_3 = d \quad \text{onde } 100/d = A \text{ (acomodação utilizada)}$$

$$ED = i$$

$DP_1 = EP_2 = DP_3 = k$  (distância entre o centro de rotação ocular e o primeiro ponto principal do olho)  $\approx 1,2$  cm.

A) Convergência ( $V_1$ ) calculada com um dos olhos fixando em frente (direção AD).

$$V_1 = \hat{EAD} = 100 \text{ i}/(d+1,2) \dots \left| V_1 = 100 \text{ i } A/(100 + 1,2A) \right| \quad (\text{I})$$

B) Convergência ( $V_2$ ) calculada com um dos olhos fixando em adução de  $40^\Delta$  (direção  $\overline{EB}$ , sendo  $\overline{FEB} = 40^\Delta$ ).

$$V_2 = \hat{EBD} = 100 \overline{ND}/\overline{NB}$$

$$\text{Mas } \hat{FEB} = \hat{EDN} \dots \overline{ND} = \text{i}/\sqrt{1,16} \dots \overline{EN} = 0,4 \overline{ND} = 0,4 \text{ i}/\sqrt{1,16}$$

$$\overline{NB} = \overline{EB} - \overline{EN} = d + 1,2 - 0,4 \text{ i}/\sqrt{1,16}$$

$$\dots V_2 = 100 \text{ i}/(d+1,2) \sqrt{1,16} - 0,4 \text{ i}$$

$$\dots \left| V_2 = 100 \text{ i } A'/107,7033 + (1,2924 - 0,4 \text{ i}) A' \right| \quad (\text{II})$$

C) Convergência ( $V_3$ ) calculada com um dos olhos fixando em abdução de  $40^\Delta$  (direção  $\overline{DC}$ , sendo  $\overline{CDA} = 40^\Delta$ ).

$$V_3 = \hat{ECD} = 100 \overline{MD} / \overline{CD}$$

$$\overline{EN}/\overline{NM} = \overline{CD}/\overline{MD} \dots \overline{MD} \cdot 0,4 \text{ i}/\sqrt{1,16} = (d + 1,2) \cdot \overline{NM}$$

$$\overline{NM} + \overline{MD} = \overline{ND} = \text{i} / \sqrt{1,16} \dots \overline{NM} = (\text{i} / \sqrt{1,16}) - \overline{MD}$$

$$\dots \overline{MD} = \text{i} (d + 1,2) / 0,4 \text{ i} + (d + 1,2) \sqrt{1,16}$$

$$\dots V_3 = 100 \text{ i}/ 0,4 \text{ i} + (d + 1,2) \sqrt{1,16}$$

$$\dots \left| V_3 = 100 \text{ i } A'/107,7033 + (1,2924 + 0,4 \text{ i}) A' \right| \quad (\text{III})$$

Para objetos situados no infinito (como é o caso da imagem óptica do "slide", no sinoptóforo), a distância aparente  $d$  ao objeto fixado será, em função da lente  $L$ , utilizada a  $s$  cm à frente do primeiro ponto principal do olho:

$$A = 100/d = 100 L/(sL - 100) \quad (\text{IV})$$

onde  $L$  conserva seu sinal original.

Sendo  $s = 1,5$  cm para as fixações "em frente" e 2 cm para as lateralizadas (abdução e adução de  $40^\Delta$ ) o valor da acomodação **não coincidirá** com o da lente negativa que lhe é estimulante:

$$A = 100 L/(1,5 L - 100) \quad (\text{V}) \text{ (p/ a F. I)}$$

$$A' = 100 L/(2 L - 100) \quad (\text{VI}) \text{ (p/ a F. II e III)}$$

De acôrdo com as fórmulas I, II, III, V e VI, tem-se:

**TABELA VII**

Valôres esperados para a convergência e a acomodação quando um dos olhos fixa em frente ( $V_1$  e A), em adução de  $+40^\Delta$  ( $V_2$  e A') e em abdução de  $-40^\Delta$  ( $V_3$  e A') segundo as equações I, II, III, V e VI, relacionadas ao valor da lente negativa L utilizada na medida; d.i.p. = i = 6cm.

L	A	$V_1$	A'	$V_2$	$V_3$	$V_1 - V_2$	$V_1 - V_3$	$V_2 - V_3$
0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1,94	11,37	1,92	10,91	10,03	0,46	1,34	0,88
4	3,77	21,64	3,70	21,42	18,29	0,22	3,35	3,13
6	5,50	30,95	5,35	31,53	25,18	-0,58	5,77	6,35
8	7,14	39,46	6,89	41,31	31,05	-1,85	8,41	10,26
10	8,69	47,21	8,33	50,75	36,09	-3,54	11,12	14,66

Verifica-se então que, com exceção das variáveis correspondentes aos itens I, J e K (diferenças entre posições similares assumidas por cada olho) nenhuma das outras deve ter valor zero. Além disso, teoricamente, devem ser iguais os resultados das variáveis A, B, E e H; C e F; D e G:

Havendo diferenças maiores do que as esperadas na tabela VIII, para qualquer das variáveis, pode-se admitir que será devida:

a) a uma discreta hipocorreção hipermetrópica (ou hipercorreção miópica) maior num dos olhos. Na fixação dêste, será exigida maior resposta acomodativa; isto induzirá a uma resposta convergencial correspondentemente maior que a obtida pela fixação do outro olho.

b) Supondo-se, por outro lado, a ocorrência de idênticas respostas acomodativas, a maior resposta convergencial obtida quando fixa um dos olhos indicará provável desequilíbrio motor.

O conhecimento das leis da inervação e da fisiologia da convergência assimétrica da qual existem demonstrações evidentes de que o resultado final é composto de um movimento de lateroversão e de convergência **simétrica** (2) com provas eletromiográficas (3) permite o estabelecimento, na tabela IX das seguintes tonicidades musculares, também confirmadas aproximadamente por E.M.G. (4, 5, 6) para valôres de **mesmas convergências**:

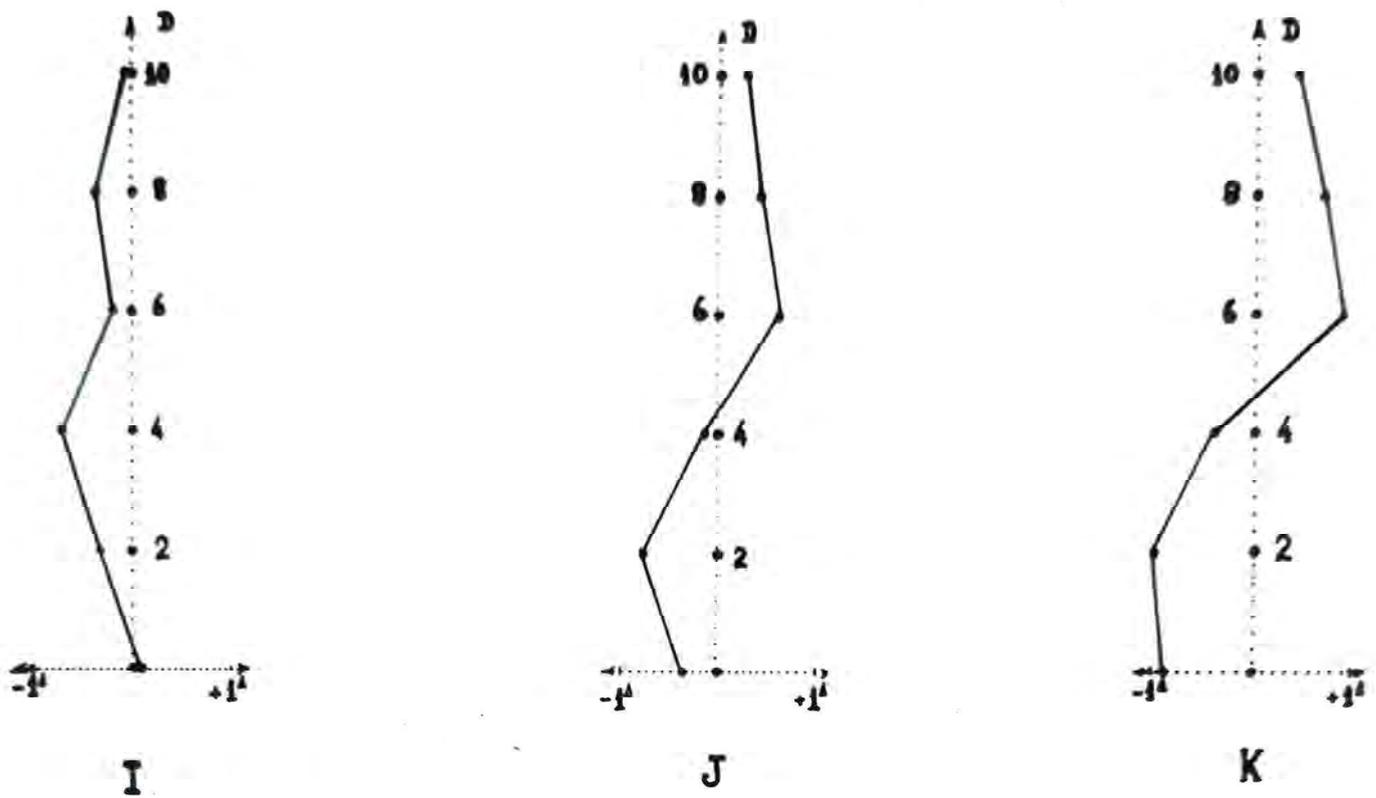


FIG. 6 — Gráfico representando os valores esperados teoricamente (linhas pontilhadas) e os obtidos experimentalmente (linhas cheias) para as variáveis I, J e K.

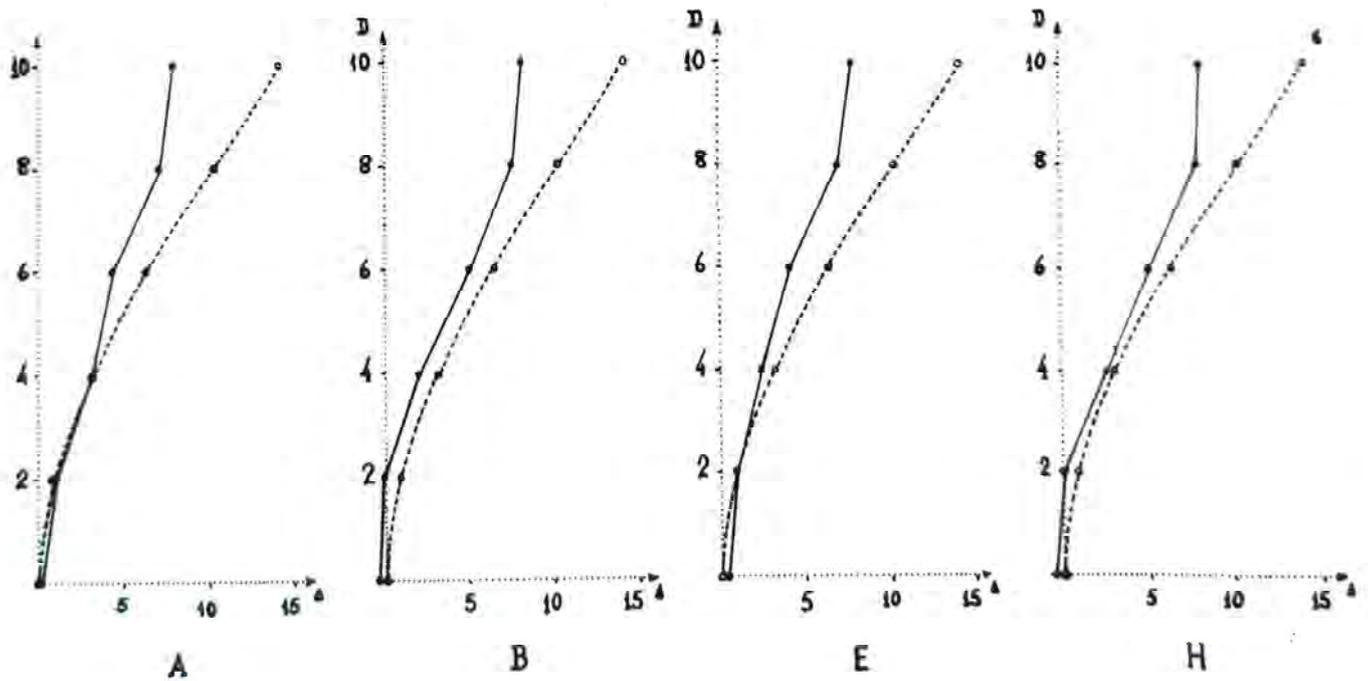


FIG. 7 — Gráfico representando os valores esperados teoricamente (linhas pontilhadas) e os obtidos experimentalmente (linhas cheias) para as variáveis A, B, E e H.

**TABELA VIII**  
**Relação entre os valores esperados teoricamente e os obtidos experimentalmente,**  
**nas diversas condições testadas.**

Valor previsto	V - V	V - V	V - V	V - V	V - V	V - V	V - V	V - V	V - V	V - V							
Variável	I	J	K	A	B	E	H	C	F	D	G						
0	+0,09	0	-0,37	0	-0,89	0	+0,31	0	-0,43	0	-0,57	0	-0,77	0	+0,71	0	-0,20
2	-0,31	0	-0,77	0	-1,00	0	+0,88	+0,88	-0,09	+0,88	+0,88	+0,88	+0,88	-0,46	-0,46	-0,46	-0,46
4	-0,71	0	-0,11	0	-0,43	0	+3,13	+3,13	+1,97	+3,13	+3,13	+3,13	+3,13	-0,22	-0,22	-0,22	-0,22
6	-0,20	0	+0,60	0	+0,86	0	+6,35	+6,35	+4,97	+6,35	+6,35	+6,35	+6,35	+0,58	+0,58	+0,58	+0,58
8	-0,37	0	+0,43	0	+0,66	0	+10,26	+10,26	+7,60	+10,26	+10,26	+10,26	+10,26	+1,85	+1,85	+1,85	+1,85
10	-0,06	0	+0,29	0	+0,40	0	+14,66	+14,66	+8,14	+14,66	+14,66	+14,66	+14,66	+3,54	+3,54	+3,54	+3,54

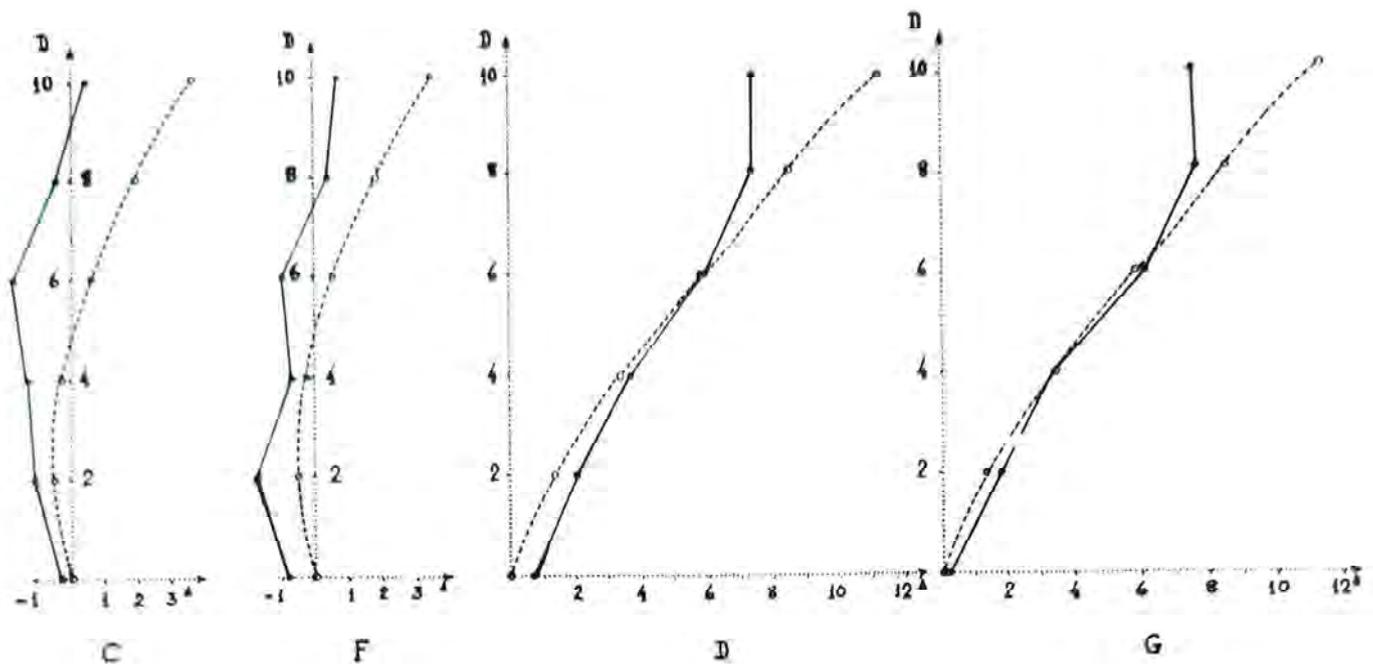


FIG. 8 — Gráfico representando os valores esperados teoricamente (linhas pontilhadas) e os obtidos experimentalmente (linhas cheias) para as variáveis C, F, D e G.

TABELA IX

Esquema de distribuição das tonicidades musculares em condições de convergência assimétrica.

	Adução	FOD Frente	Abdução	Adução	FOE Frente	Abdução
R.M.D.	+	(±)	—	+	++	+++
R.L.D.	—	(∓)	+	—	---	----
R.M.E.	+	++	+++	+	(±)	—
R.L.E.	—	---	----	—	(∓)	+

A insuficiência dos retos mediais traduz-se por exodesvios relativos, acentuados nas posições em que tais músculos agem (ôlho homônimo em adução ou ôlho oposto em abdução); aí a resposta convergencial será portanto **menor**, acentuando-se, eventualmente, a diferença quando fixar o ôlho que tiver o reto medial mais hipofuncionante. Pelo contrário, a deficiência dos retos laterais provoca endodesvios que se acentuam na direção de suas ações musculares (ôlho homônimo em abdução ou o oposto em adução); aí a resposta convergencial será **maior**; se um deles for mais hipofuncionante, na fixação do ôlho homônimo a convergência será ainda maior.

TABELA X

Características do equilíbrio oculomotor relacionadas a uma insuficiência muscular.

Insuficiência	Desvio	Convergência	Direção	Fixação
R.M.D.	X	<	E	OD
R.M.E.	X	<	D	OE
R.L.D.	E	>	D	OD
R.L.E.	E	>	E	OE

Se o antagonista de um movimento ocular for deficitário, êste será facilitado.

Assim, tomando-se como exemplo a variável "E", seu valor **positivo** significa:

a) resposta convergencial maior quando o OD está fixo em  $+40^{\Delta}$ , o que sugere hipofunção de RLE (ôlho oposto em adução, endodesvio maior) ou do RME, antagonista contralateral do RMD (ôlho homônimo em adução, convergência menor); ou:

b) resposta convergencial menor quando o OD está fixo em  $-40^{\Delta}$ , o que também sugere hipofunção do RME (ôlho oposto, exodesvio maior, ou seja, convergência menor) ou do RLE, antagonista contralateral do RLD (na insuficiência dêste, o ôlho homônimo em abdução, dá endodesvio, ou resposta convergencial maior).

A deficiência do RLD poderia contribuir para que, no primeiro caso, a convergência fôsse facilitada; contudo o efeito maior iria ser encontrado no segundo caso, ou seja, na fixação do OD em  $-40^{\Delta}$ , quando sua ação fôsse mais solicitada; o resultado seria uma variável "E" com valor **negativo**. Assim, também, embora a deficiência de RMD pudesse dificultar a convergência quando o OD estivesse em  $-40^{\Delta}$ , seria na fixação de OD em  $+40^{\Delta}$  que o impedimento aumentaria, dando como resultado a variável "E" com sinal negativo.

Conseqüentemente, as conclusões apresentadas são aparentemente paradoxais, pois embora baseadas nas leis de HERING e SHERRINGTON (mais claramente interpretadas pelo estudo da variável "J") conduzem à interpretação de que (no caso "E", pelo menos), quando um ôlho está fixo (e fixando) em adução e a convergência é maior ou o ôlho fixo em abdução e a convergência menor, a **hipofunção** está num dos músculos de ação horizontal do **outro ôlho** (o sinergista, naquela posição, ou seu antagonista homolateral).

TABELA XI

Músculos teòricamente afetados (hipofuncionantes) nos valores positivos e negativos das variáveis em estudo.

Variável	Valor positivo		Valor negativo	
	Acom. >		Acom. >	
A	FOE (+40) — FOD (—40)	(RMD)	RME	RLD
B	FOD (+40) — FOE (—40)	(RME)	RMD	RLE
C	FOD (+40) — FOD (0)	RLE	RMD	(RLD)
D	FOD (0) — FOD (—40)	RME	RLD	(RMD)
E	FOD (+40) — FOD (—40)	RME	RMD	RLD
F	FOE (+40) — FOE (0)	RLD	RME	(RLE)
G	FOE (0) — FOE (—40)	RMD	RLE	(RME)
H	FOE (+40) — FOE (—40)	RMD	RME	RLE
I	FOD (+40) — FOE (+40)	RME	RMD	(RLD)
J	FOD (0) — FOE (0)	(RME)	(RMD)	(RLE)
K	FOD (—40) — FOE (—40)	RLD	RLE	(RME)

TABELA XII

Sinópsse dos valores das variáveis estudadas, em relação a uma eventual hipofunção muscular

Músc. hipofuncionante	Variável										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
RMD	(+)	—	—	(—)	—	(+)	+	+	—	(—)	(+)
RME	—	(+)	(+)	+	+	—	(—)	—	+	(+)	(—)
RLD	—	(+)	(—)	—	—	+	(+)	+	(—)	(+)	+
RLE	(+)	—	+	(+)	+	(—)	—	—	(+)	(—)	—

Teoricamente basta, pois, ao diagnóstico do músculo deficiente, o estudo das variáveis I e K, sendo entretanto melhor confirmá-las com a adição de dados fornecidos pelas E e H. Podem também utilizar-se os grupos C e D ou F e G havendo vantagens no emprego destas últimas quatro possibilidades de resposta.

Nota-se também que:

1) As diferenças tomadas em condições equivalentes de fixação, nas quais apenas variou o olho "fixador" (por exemplo, as variáveis I, J e K) levam a concluir sobre as condições deste, principalmente no que tange a problemas ametrópicos, com respectivas respostas convergenciais induzidas.

2) Numa mesma lateroversão (variáveis A e B) embora, aprioristicamente, pudesse se supor que a avaliação do músculo deficiente fôsse facilitada (como quando se faz rotineiramente o estudo do balanço oculomotor, nas "versões"), os dados, referindo-se a diferença, apagam essa possibilidade. Assim, supondo-se uma hipofunção de RME, o maior (menor convergência) será encontrado com o OE em  $+40^{\Delta}$ ; mas a diferença deste valor com o encontrado por fixação do OD em  $-40^{\Delta}$ , será aproximadamente igual (em quantidade e sinal) à correspondente diferença num caso de hipofunção de RLD:

TABELA XIII

Posições relativas dos olhos (valores arbitrários).

		Músculos hipofuncionante			
		RMD	RME	RLD	RLE
FOD	+40	-40	-1	+3	+30
	0	-10	-5	+10	+5
	-40	-3	-30	+40	+1
FOE	+40	-1	-40	+30	+3
	0	-5	-10	+5	+10
	-40	-30	-3	+1	+40

Então, o raciocínio interpretativo deve buscar, para elucidação resolutiva do músculo hipofuncionante, o exame mais minucioso das demais variáveis.

Do exame das tabelas I a VI, pode-se comentar que a grande maioria dos pacientes apresenta resultados compatíveis com a normalidade, ou que não oferecem indicações muito seguras com respeito a um eventual problema oculomotor. Entretanto em alguns, surgem diferenças que vale mencionar:

a) F.A.S.A. tem, a todos os níveis acomodativos, valores convergentes maiores quando em levoversão (mesmo que relativa, como no caso das variáveis D e F) que em dextroversão, o que se manifesta nas variáveis C, D, E e I (valores positivos),

F, G, H, e K (valôres negativos); por outro lado, não há, praticamente, diferenças nas restantes. De acôrdo com as tabelas XI e XII, verifica-se que os prováveis músculos afetados são RME e RLE e com uma análise mais minuciosa dos valôres embora penda-se mais por êste último a níveis acomodativos baixos, volta-se mais ao RME, em estímulos acomodativos mais intensos (esta hipótese encontra apóio nas características clínicas do quadro: exotropia intermitente, alternante, mas com preferência do OD para fixação).

b) Em W.A. e principalmente L.H.B.C., o problema parece ser simultâneamente dos retos mediais, ambos hipofuncionantes, o que também vem de encontro a características clínicas de insuficiência de convergência ( $X:10^{\Delta}$  e  $X':32^{\Delta}$  para W.A.:  $X:25^{\Delta}$  e  $X':35^{\Delta}$  para L.H.B.C.).

c) Em H.E.A.B., os resultados, principalmente a níveis acomodativos maiores, sugerem maior resposta convergencial quando fixa o OD (ou menor quando fixa o OE) o que pode se dever a uma hipocorreção (negativa) para o OE, realmente comprovada (valôres positivos para B, I, J e K).

É verdade que outras hipóteses poderiam ser lançadas para sugerir explicações.

No grupo estudado, incomitâncias evidentes não existiam; como isso seria realmente pouco provável que surgissem “demonstrações” de músculos especificamente hipofuncionantes. A abundância de dados não pareceu, pois, “atrapalhar” conclusões que talvez se delineassem com menor número de informações; veio, isto sim, mostrar que realmente as diferenças, embora acentuadas não devem ser avaliadas isoladamente. Outra possibilidade é a de que o esforço acomodativo tenha se transferido para o olho não fixador, isto é, o móvel.

No que tange ao quadro clínico, é curioso que as exoforias, por insuficiência de convergência, quando bem acentuadas (W.A., L.H.B.C.) deram modelos infreqüentes de respostas (altas quando o olho fixador situava-se em adução e acentuadamente baixas quando aquêle ficava posicionado em abdução). Em J.F.M. ( $\oplus$  e  $X':44$ ), níveis acomodativos altos (8 e 10) sugerem hipofunção do R.M.D.; contudo em E.G. ( $X:4$ ;  $X':22$ ), E.C., L.D. e L.S.C. (êstes com  $\oplus$  e  $X':8$ ) o esquema de respostas é absolutamente normal, o que ocorre também para L.C.M. ( $\oplus$  e  $X':12$ ), exceto no último nível acomodativo. Para ortoforia de longe e perto (A.M.S., E.C., B.G., B.A.D., M.L.G.B., M.L.Q., N.A.G., M.A.M.O.) os resultados são também normais, embora em A.M.S.T. sugiram leve semelhança com os de W.A. e L.H.B.C.

No excesso de divergência encontrado em C.A.M. ( $X:45$ ;  $X':31$ ); S.H.B.B. ( $X:35$ ;  $X':10$ ); B.Z.F. ( $X:16$ ;  $X':12$ ); M.I.A. ( $X:22$ ;  $X':20$ ) e R.C.S.M. ( $X:14$ ;  $X':4$ ), os resultados são também compatíveis com a normalidade, exceto nesta última (semelhança com A.M.S.T.). Na insuficiência de divergência existem J.B.T. (E: 10; E': 1), normal, e O.L.N.J. êste com resultados acentuados mas de certa forma comparáveis aos de W.A. e L.H.B.C. (insuficiência de convergência).

Assim, não parece haver correlação entre o distúrbio vergencial e os dados encontrados.

## CONCLUSÕES

Por análise da convergência em posições assimétricas nota-se que mesmo teoricamente devem ser esperadas diferenças entre as várias condições de fixação. Na prática, os resultados aproximam-se bastante daqueles esperados, excetuando-se alguns casos em que as diferenças entre as condições comparadas, superaram nitidamente os valores teóricos. Não obstante, apenas em um caso (F.A.S.A.) pôde-se chegar coerentemente ao estabelecimento de um dos quatro músculos horizontais como responsável pelas variações. Em alguns outros, a hipofunção simultânea de um par de músculos poderia explicar os resultados. Nos demais, a falta de um controle rigoroso da acomodação pode ter prejudicado a interpretação das diferenças, quando estas eventualmente ocorreram.

De qualquer forma, os resultados da convergência assimétrica serviriam à demonstração de músculos hipofuncionantes, mas tanto mais facilmente quanto mais acentuado o desequilíbrio.

Com respeito ao desequilíbrio vergencial, parece não haver qualquer correlação entre o tipo de desvio de longe e perto, com a resposta convergencial assimétrica.

## RESUMO

A convergência assimétrica foi estudada em seis condições de fixação no plano horizontal, três para cada olho (adução, em frente e abdução) e a combinação de resultados possibilitou o exame de nove variáveis.

Embora existam diferenças (em abdução a resposta convergencial é menor), pode-se explicá-las, na maior parte dos casos, com bases teóricas óptico-geométricas. Em apenas alguns, os valores previstos foram bastante excedidos, mas não se pôde demonstrar correlação entre as diferenças encontradas e o tipo de distúrbio vergencial. Discutem-se também as possibilidades de se incriminar o músculo hipofuncionante (se um único existir) com os dados, ilustrando-se a hipótese com dois exemplos.

## SUMMARY

### Contribution to the study of the asymmetric convergence.

The asymmetric convergence was studied in six conditions of fixation, in the horizontal plane, three positions for each eye (adduction, straight eye and abduction), and a combination of results, gave nine variables.

There are differences (in abduction the convergence is smaller) but the most results is based on a theoretic optical-geometrical explanation.

Sometimes the expected values were greatly exceeded but there was no correlation between those differences and the vergence disturbances.

The incrimination of the weak muscle was too discussed and the hypothesis was illustrated with two examples.

## BIBLIOGRAFIA

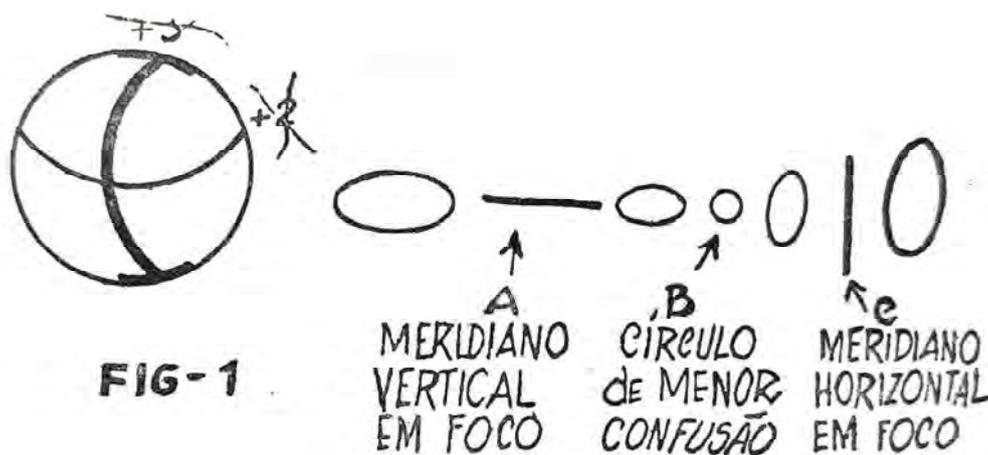
- 1 — BICAS, H. E. A. — Estudo da relação C/A em diferentes situações horizontais do olhar.  
A  
Apresentado na II.<sup>a</sup> Reunião do C.L.A.D.E. (1968). Aguardando publicação.
- 2 — WESTHEIMER, G., MITCHELL, A. M. — Eye movement responses to convergence stimuli. Arch. Ophthal. 55(6): 848-856 (1956).
- 3 — ALPERN, M., WOLTER, J. R. — The relation of horizontal saccadic and vergence movements. Arch. Ophthal. 56(5): 685-690 (1956).  
— BREININ, G. M. — The Nature of vergence revealed by electromyography. Arch. Ophthal. 54(3): 407-409 (1955).
- 4 — BREININ, G. M., MOLDAVER, J. — Electromyography of the human extraocular muscles. Arch. Ophthal. 54(2): 200-210 (1955).
- 6 — TAMLER, E., JAMPOLSKY, A., MARG, E. — An electromyographic study of asymmetric convergence. Amer. J. Ophthal. 46 (5, II): 174-182 (1958).

# TESTES SUBJETIVOS PARA ASTIGMATISMO

## TESTE DO DIAL

ADERBAL A. ALVES

Para testar o astigmatismo pelo processo do Dial, as figuras baseiam-se na identificação que o paciente faz das linhas nítidas correspondentes ao meridiano de focalização mais próxima da retina. — Fig. 1.



As noções do conóide de STURM, descritas quando nos referimos ao cilindro cruzado, são também imprescindíveis ao fácil entendimento do teste que iremos descrever. — Fig. 2.

Mencionaremos que são mais freqüentemente utilizadas as cartas de SNELLEN, o T de TAYLOR, o relógio de WECKER, as flechas de RAUBITSCHCK, o V de MADDOX, e o teste de LANCASTER modificado por REGAN, todos baseados nos mesmos princípios.

O teste do dial, praticamente tão antigo quanto o descobrimento do astigmatismo, tomou novo impulso com a técnica de LANCASTER, o qual, embora sem ser o único, preconizava-o em olho previamente miopizado. As figuras devem ser bem impressas e de tamanho suficiente para que sejam observadas por um olho miopizado. A sepa-

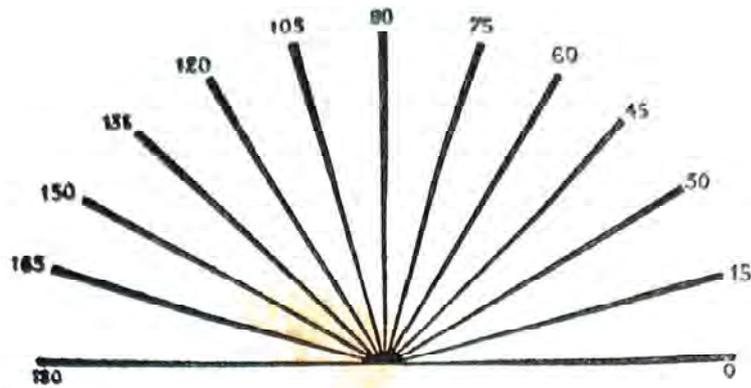


FIG. 2

ração das linhas varia de  $10^\circ$ ,  $15^\circ$  e  $30^\circ$ , sendo melhores as de  $10^\circ$  ou de  $15^\circ$ , para maior exatidão na determinação do eixo. São também inconvenientes as figuras que apresentam fundo cinza pontilhado, para serem vistas uniformemente cinzas na ocasião do exame. Devem ser empregadas figuras de linhas pretas em fundo branco. Os números indicativos dos eixos estão às vezes inscritos diante das linhas radiadas. Pode-se também com auxílio do mostrador do relógio encontrar o eixo. Basta multiplicar o número menor do mostrador por 30. Por exemplo: se a linha mais nítida está entre 2 e 8 horas, o eixo será  $60^\circ$ , ou seja 2 multiplicado por 30 (Fig. 3).

A figura de LANCASTER e REGAN tem a forma de um sol radiado, com raios negros de 5mm sôbre um fundo branco, com separação de  $10^\circ$ , e é associada a uma figura móvel, em cruz, para determinação do valor. — Fig. 4.

De modo geral, realiza-se o teste da seguinte maneira: — após a miopização ligeira, manda-se o paciente observar a figura radiada. O astigmata identificará determinada linha de maior nitidez, que corresponde ao meridiano menos amétrope. Por exemplo: — se êle destaca como mais nítida a linha vertical, isto significa que o meridiano horizontal, (que focaliza como uma linha vertical), está mais próximo da retina. A posição do eixo do cilindro corretor é perpendicular à linha de maior nitidez. No exemplo acima, em posição horizontal, para focalizar o meridiano mais afastado da retina. Esta é a razão para o emprêgo do cilindro negativo, que, sendo divergente, deslocará para mais próximo da retina a linha horizontal que representa no olho a focalização do meridiano vertical. O cilindro positivo agiria no sentido de deslocar a linha nítida vertical para frente, e a comparação seria entre duas linhas turvas (Figs. 5 e 6).

As linhas radiadas servem para determinação do eixo. Retiradas as linhas oblíquas, para facilitar a comparação entre os meridianos principais, usaremos uma segunda figura, um simples T ou uma cruz, onde estão representados apenas os dois meridianos principais identificados pela carta radiada.

O teste bem conduzido leva a uma precisão de  $1/8$  de dioptria na determinação do valor e de  $5^\circ$ , para o eixo. Exemplo: se o paciente vir mais nítida a linha vertical pede-se que compare a linha de  $10^\circ$  e a de  $170^\circ$ . Se a de  $10^\circ$  é mais nítida, certamente o eixo estará situado entre  $180^\circ$  e  $10^\circ$ .

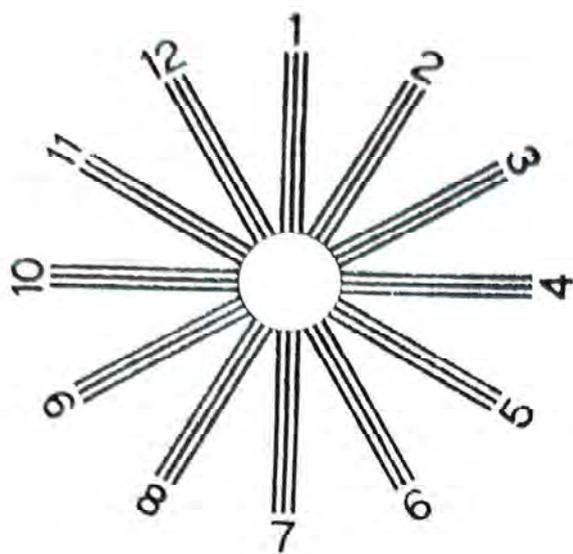


FIG. 3

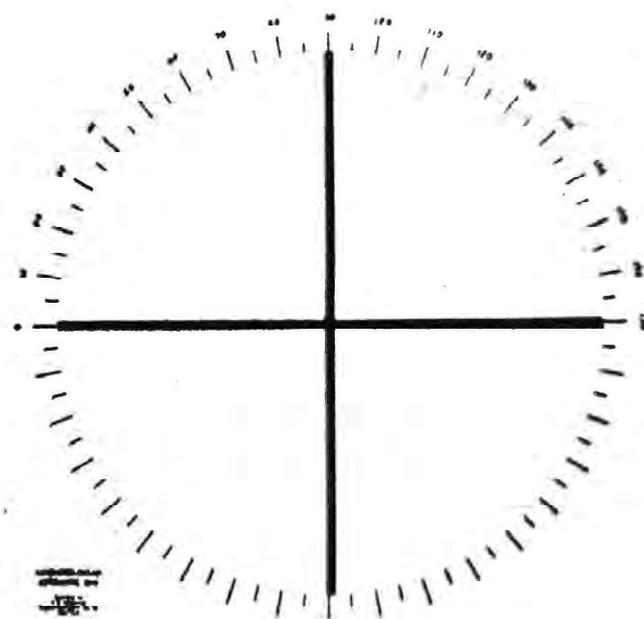
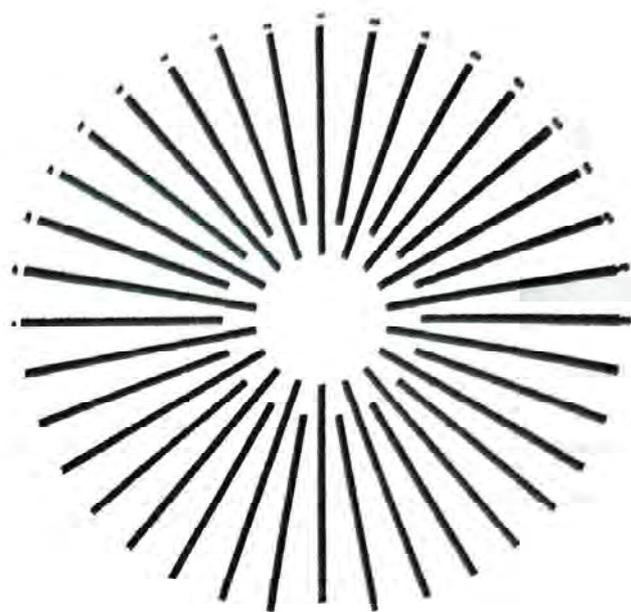


FIG. 4

Teste do DIAL e cil negativo. A comparação será entre duas linhas nítidas.

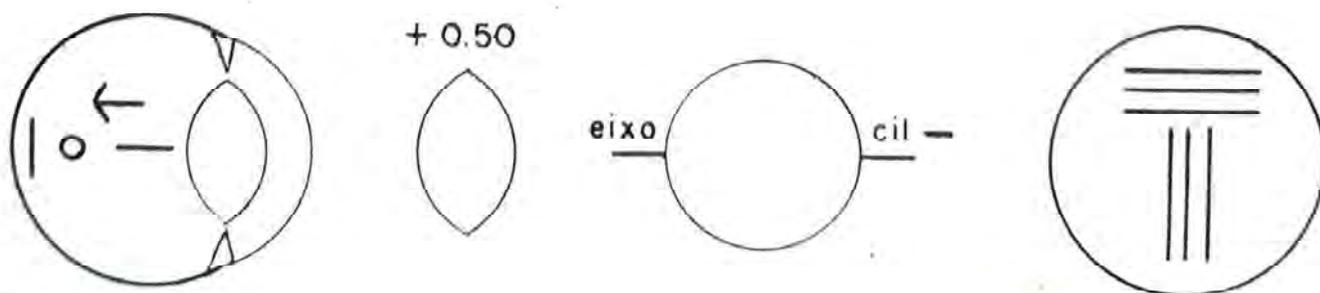


FIG. 5 — Comparação entre linhas nítidas.

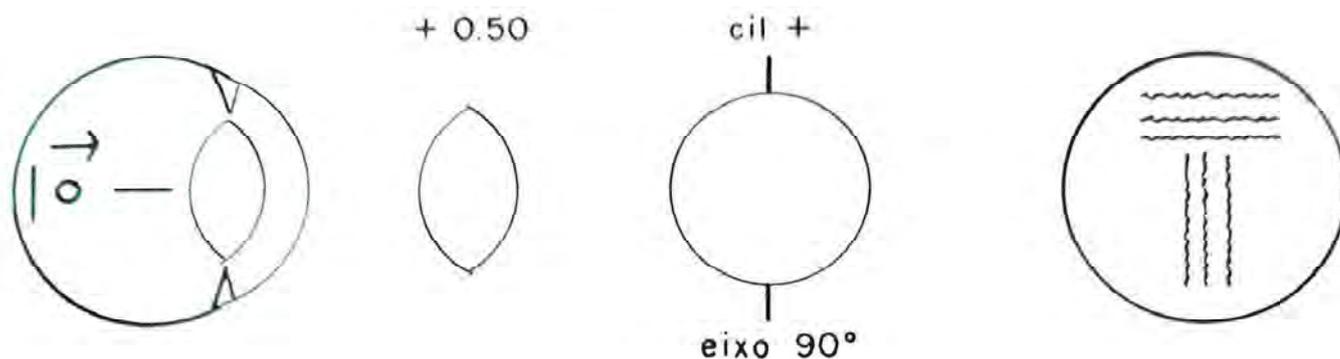


FIG. 6 — Comparação entre linhas curvas.

A aplicação proveitosa do teste depende do afastamento de uma causa de erro, produzida pela acomodação. Isto se obtém pela cicloplegia ou pela miopização. Esta deve ser ligeira, do contrário seria inconveniente. O balanço meridional ótimo para o cilindro cruzado traria resultados erráticos. O paciente astigmático que observa o dial de astigmatismo com sua acomodação ativa pode identificar uma determinada linha mais nítida, logo a seguir outra perpendicular à primeira, ou tôdas ligeiramente turvas. A acomodação, deslocando o conóide para a frente, sem alterar o espaço inter-focal, põe sôbre a retina ora a linha focal anterior, ora a posterior, ora o círculo de menor confusão. Cada uma dessas situações corresponde a uma visão diferente do dial para o paciente astigmata. Como vimos, sem miopização, os resultados seriam completamente contraditórios (Figs. 7 a 10). Na prática, para uma boa miopização, deve-se hiper corrigir o astigmatismo hipermetrótico e hipocorrigir o miópico de 0.50

Teste do DIAL e acomodação. Astigmatismo hipermetrótico composto (com acomodação ativa).

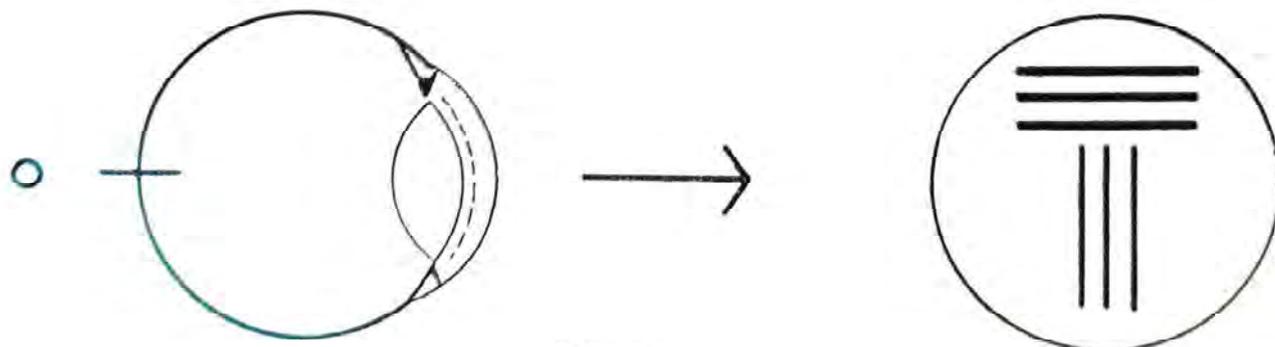


FIG. 7

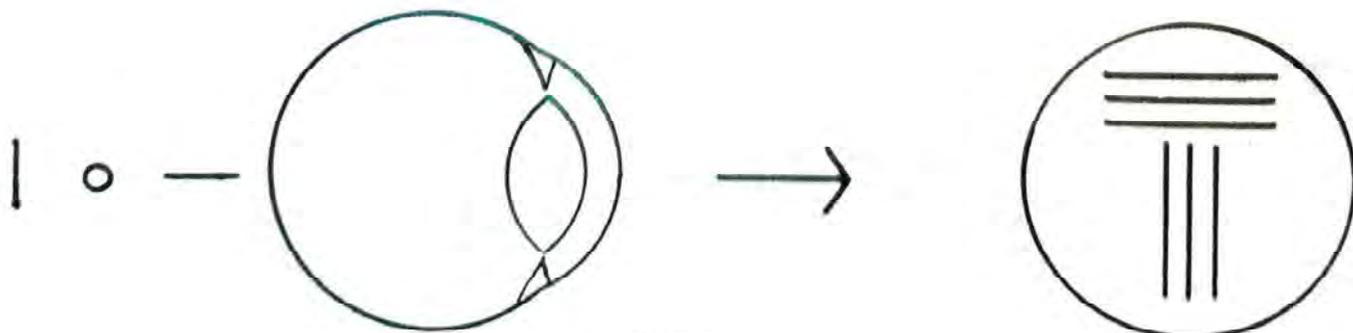


FIG. 8

Linha focal anterior sôbre a retina.

Paciente vê melhor as linhas horizontais.

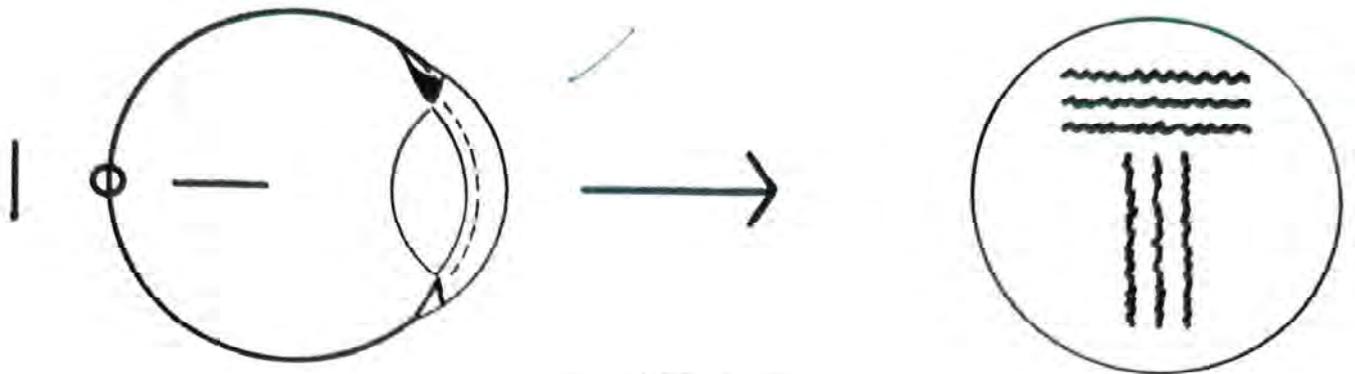


FIG. 9

Círculo de menor confusão sôbre a retina.

Tôda a figura ligeiramente turva.

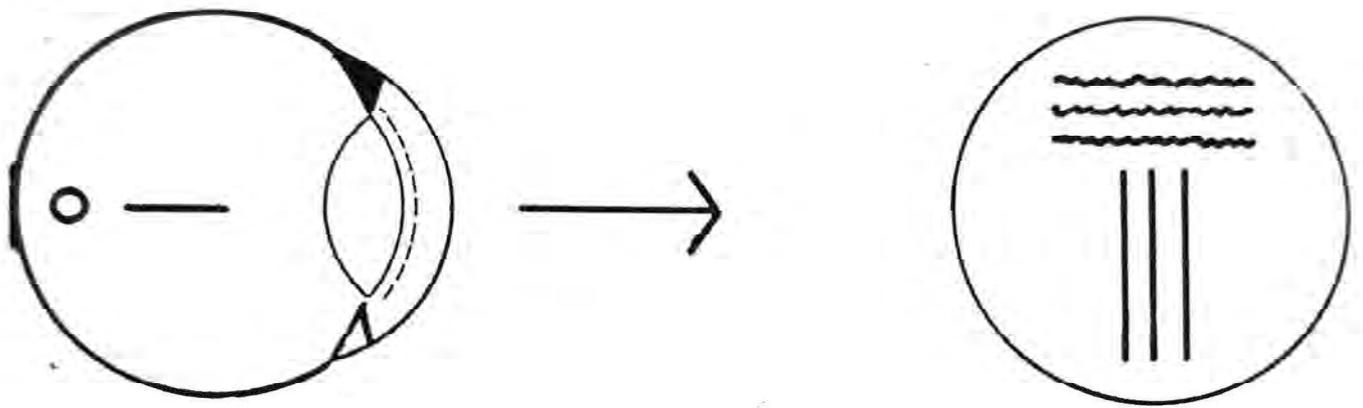


FIG. 10

Linha focal posterior sôbre a retina.

Paciente vê mais nítidas as linhas verticais.

dioptria, de modo que as duas linhas estejam em frente da retina, mas não demasiadamente afastadas. Por exemplo: a retinoscopia determinou um meridiano +1 e o outro +2. Começaremos o teste com uma lente esférica de +2.50 dioptrias. Quando o teste fôr utilizado para aferir uma refração de valor conhecido por outro método qualquer, por exemplo pelo cilindro cruzado, obteremos a miopização ideal, colocando-se a linha focal posterior sôbre a retina. Para isto, se a prescrição está escrita em esférico + e cilindro —, toma-se o valor do esférico. Por exemplo, +2 esf. ( ) —1 cil. coloca-se no refrator ou na caixa de prova o esférico +2. Se está escrita com esf. + e cil. + para a miopização ideal, coloca-se a soma do esf. e do cil. Por exemplo: +1 esf. ( ) +2 cil. o esférico será mais 3 (Fig. 11).

Teste do DIAL com o olho miopizado.

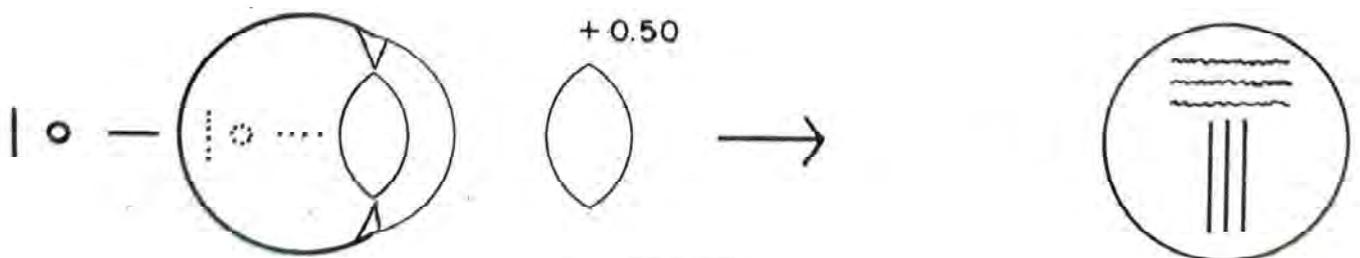


FIG. 11

A linha focal posterior sempre em frente da retina.

Sempre mais nítidas as linhas verticais.

## TESTE DO DIAL DO PROJETOR COMPACTO DA BAUSCH & LOMB

O slide para teste de astigmatismo tem uma figura fixa radiada com linhas de separação de  $15^\circ$ , e uma seta movimentada por dispositivo especial, para ajudar na indicação da linha ou das linhas mais nítidas para determinação do eixo. As linhas não atingem a parte central, a fim de evitar confusão na zona de confluência. Uma segunda figura, com o T de TAYLOR, movimenta-se em sincronização com a seta da primeira. Em correspondência com o T existe outra seta fixa que indica o eixo determinado pela figura anterior (Fig. 12).

### TÉCNICA

O primeiro cuidado é selecionar o paciente, pois sendo um teste subjetivo não apresenta resultado satisfatório quando a acuidade visual é muito baixa ou se este não informa com a necessária precisão. Um bom método é colocar-se uma lente cilíndrica de uma ou mais dioptrias com eixo a  $90^\circ$  ou  $180^\circ$  e solicitar ao paciente informar se distingue diferenças. Em caso contrário, não convém persistir com o teste porque, ou a acuidade visual é baixa, ou baixo é o QI do paciente.

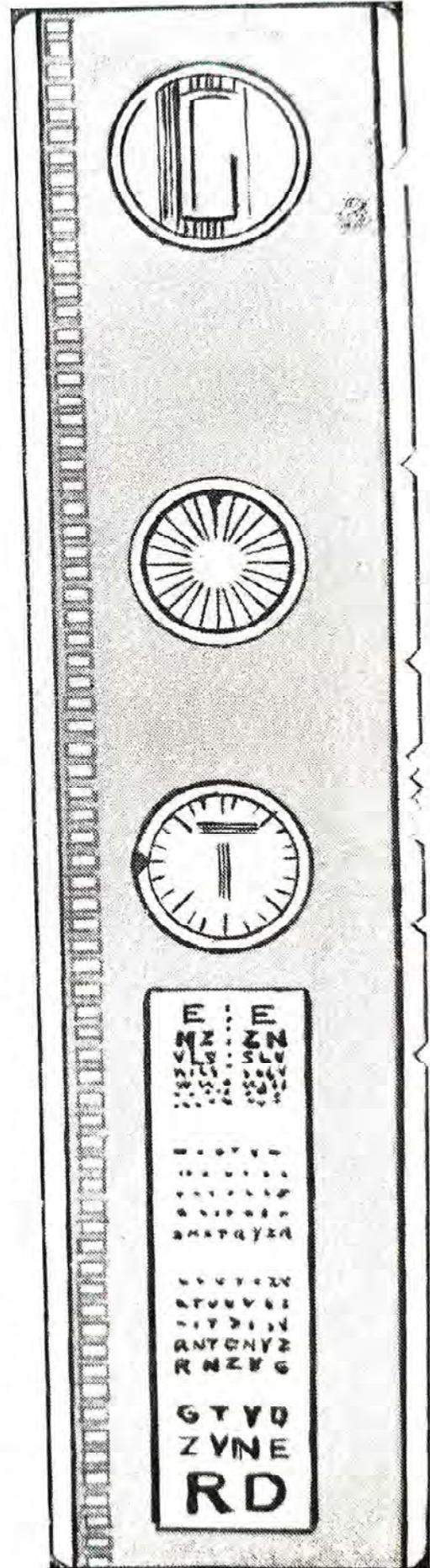
### DETERMINAÇÃO DO EIXO

Apresenta-se a figura radiada monocularmente com o olho ligeiramente miopizado. Movimenta-se a seta para auxiliar o paciente na identificação das linhas ou da linha mais nítida, colocando-a na posição que ele indicar. Quando este vê igualmente nítidas um grupo de linhas, a seta deverá ser colocada no meio destas.

### DETERMINAÇÃO DO VALOR

Apresenta-se agora o T com um dos ramos nítidos em correspondência com o eixo indicado pela figura anterior. A seta fixa aponta o número do eixo. Coloca-se lente cilíndrica no sentido de igualar os dois ramos do T. Nesta fase do exame, após a determinação do eixo, há conveniência em reduzir a miopização, para melhor discernimento na comparação entre os dois ramos do T.

FIG. 12



## TESTE DE RAUBITSCHK

Para os testes do dial, usam-se figuras demasiadamente simples, com apenas os dois meridianos da cruz rotativa, em contraposição a outras figuras, cujo excesso de linhas causa certa confusão. Raubitschek em seu teste, procurou afastar estas desvantagens. Composta de duas linhas, aproximadamente parabólicas, tem sua carta como principal característica, detalhes de todos os meridianos. Tais detalhes começam como linhas paralelas no mesmo meridiano, e terminam em linhas separadas, também no mesmo meridiano, a  $90^\circ$  das primeiras. Deste modo, independentemente da posição dos meridianos principais do olho examinado, a figura apresenta detalhes de maior nitidez, na parte que corresponde ao meridiano com a focalização mais próxima da retina.

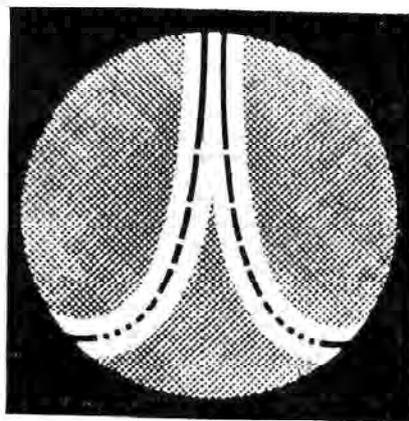


FIG. 13

### DETERMINAÇÃO DO EIXO

Apresenta-se a carta de Raubitschek monocularmente, colocando-se antes no refrator ou caixa de prova, os achados da retinoscopia estática excluindo-se o componente cilíndrico, acrescido de 0.50 D para esf. + e reduzido do mesmo modo para o negativo. Esta se faz necessária para se obter a miopização do olho examinado. A parte esférica pode também ser determinada subjetivamente. Se um dos ramos da figura é visto mais nitidamente, isto significa que o olho examinado é portador de astigmatismo. Para determinação do eixo negativo, é necessário que as duas linhas paralelas fiquem igualmente nítidas. Coloca-se o eixo do cilindro corretor, em sentido perpendicular a posição indicada pelas linhas paralelas. Por exemplo: Quando as duas linhas paralelas estão mais nítidas no meridiano de  $180^\circ$ , o eixo do cilindro corretor estará a  $90^\circ$ . O slide do projetor Möeller contém o teste de Raubitschek com o dispositivo giratório e uma pequena seta que indica numa escala o eixo negativo ou positivo conforme a preferência do examinador.

### DETERMINAÇÃO DO VALOR DO CILINDRO CORRETOR

Existem quatro métodos para determinação do cilindro corretor. Descreveremos o do próprio Raubitschek e o do GORDON HEATH, este último por ser muito prático.

### MÉTODO DE RAUBITSCHK

Após ter sido localizado o eixo do cilindro negativo, coloca-se, no refrator ou caixa de prova, um cilindro do mesmo sinal e de valor conhecido, com o seu eixo

num desvio angular previamente estabelecido. Com isto obtem-se um efeito de cilindros cruzados de eixos oblíquos, entre componente cilíndrico do olho examinado, cujo eixo conhecemos e cujo valor desconhecemos, e o cilindro agora acrescentado, com o poder e eixo conhecidos. O desvio, resultante da combinação em eixos oblíquos da lente cilíndrica de valor conhecido e do componente cilíndrico do olho, modifica a nitidez da figura anteriormente estabelecida. Movimenta-se a carta de Raubitschek no sentido do eixo do cilíndrico colocado no refrator, para que as linhas paralelas fiquem novamente nítidas. Mede-se o desvio em relação a posição anterior e verifica-se nas tabelas especiais o valor do cilindro corretor. Por exemplo: Vamos supor que as linhas paralelas estivessem nítidas no meridiano de  $155^\circ$ . Logo o eixo do cilindro corretor seria colocado a  $65^\circ$ . Remove-se a lente que determinou a miopização para melhorar a visão do paciente. Coloca-se um cilindro negativo conhecido, digamos, 1 cil. a  $40^\circ$  da posição indicada anteriormente, ou seja a  $115^\circ$ . As linhas paralelas anteriormente nítidas são agora alteradas de sua posição anterior de modo que, girando-se em direção a  $115^\circ$ , se obtém a nova posição de nitidez. Suponhamos que ficaram nítidas quando estavam a  $17^\circ$  da posição anterior (de  $155^\circ$ ). Consultando-se a tabela n.º 2, verifica-se que o cilindro será de 1.25. Conseqüentemente a correção final seria cil. 1.25 a  $65^\circ$ . Encontraremos o mesmo resultado usando cil. 0.50 com tabela 1, 1.50 e tabela 3 e cil. 2 e tabela 4. Esta versatilidade aumenta a precisão do exame.



FIG. 14

#### MÉTODO DE GORDON HEATH

Localiza-se pelo mesmo processo o eixo do cilindro negativo. Em seguida basta girar a carta de Raubitschek de  $20^\circ$  ou  $30^\circ$  para a direita ou esquerda. Coloca-se lente cilíndrica até que toda a figura apareça igualmente nítida. Esta lente cilíndrica corresponde ao componente cilíndrico do olho examinado. Este é o processo que utilizamos por ser fácil, eficiente, prático e dispensar tabelas.

#### CONCLUSÃO

Existem objeções sobre o melhor tipo de figuras, se com linhas contínuas ou pontilhadas e sobre a inconveniência de utilização de tabelas. De qualquer modo trata-se de um teste de grande precisão, sendo a maior dificuldade, a melhor maneira de comunicação com o paciente.

---

**TABELA DE RAUBITSCHK**


---

TABELA 1

0.50 D. Cil. com o eixo negativo a 40° do eixo negativo do  
ôlho. (Meridiano principal)

Afastamento da carta em relação ao meridiano principal	Correção Cilíndrica
27.82°	— 0.25
20.00°	— 0.50
15.24°	— 0.75
12.19°	— 1.00
10.11°	— 1.25
8.62°	— 1.50
7.50°	— 1.75
6.64°	— 2.00

---

TABELA 2

1.00 D. Cil. com o eixo negativo a 40° do eixo negativo do  
ôlho. (Meridiano principal)

Afastamento da carta em relação ao meridiano principal	Correção Cilíndrica
27.81°	— 0.50
23.42°	— 0.75
20.00°	— 1.00
17.34°	— 1.25
15.25°	— 1.50
13.56°	— 1.75
12.19°	— 2.00
11.06°	— 2.25

---

TABELA 3

1.50 D. Cil. com o eixo negativo a 40° do eixo negativo do  
ôlho. (Meridiano principal)

Afastamento da carta em relação ao meridiano principal	Correção Cilíndrica
27.81°	— 0.75
24.76°	— 1.00
22.18°	— 1.25
20.00°	— 1.50
18.16°	— 1.75
16.58°	— 2.00
15.24°	— 2.25
14.08°	— 2.50
13.07°	— 2.75
12.19°	— 3.00

---

## TABELA 4

2.00 D. Cil. com o eixo negativo a 40º do eixo negativo do olho. (Meridiano principal)

Afastamento da carta em relação ao meridiano principal	Correção Cilíndrica
25.48º	— 1.25
23.42º	— 1.50
21.60º	— 1.75
20.00º	— 2.00
18.59º	— 2.25
17.34º	— 2.50
16.23º	— 2.75
15.24º	— 3.00
14.35º	— 3.25
13.56º	— 3.50

## BIBLIOGRAFIA

- 1 — Berens, C. and Zuckerman — Diagnostic Examination of the Eye.
- 2 — Duke-Elder — The Practice of Refraction.
- 3 — Eskridge, Jess B. — The Raubitschek Astigmatism Test — American Journal of Optometry and Archives of American Academy of Optometry — 35:238-247, may 1958.
- 4 — Lancaster, W. B. — Errors of Refraction and of Motility.
- 5 — Marquez, Manuel — Defectos de Refraccion del Ojo.
- 6 — Pascal — Selected Studies in Visual Optics.
- 7 — Prado, Durval — Noções de Óptica, Refração Ocular e Adaptação Ocular.
- 8 — Raubitschek, E. — Der Pascal-Raubitschek-Test für Astigmatismus — Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde — 129:814-822, 1956.
- 9 — Rio, Emilio Gil del — Optica Fisiológica Clínica: Refraccion.
- 10 — Snygacker, Daniel and Newell, Frank W. — Refraction.
- 11 — Tait, E. P. — Textbook of Refraction.
- 12 — Wright, Harvey D. — Questions and Answers in Ophthalmology.

**Dr. Aderbal de Albuquerque Alves**  
Hospital dos Servidores do Estado — IPASE  
Guanabara