



GRAU EN ÒPTICA I OPTOMETRIA

TREBALL FINAL DE GRAU

ESTUDI DE LA REPETIBILITAT I LA REPRODUCTIBILITAT DE LA MESURA DE FÒRIES EN VISIÓ PROPERA

MIREIA SÁNCHEZ SOLER

DIRECTORA: ROSA BORRÁS GARCÍA
CODIRECTORA: ELVIRA PERIS MARCH
DEPARTAMENT: ÒPTICA I OPTOMETRIA

DATA DE LECTURA
13 DE JUNY DE 2014



GRAU EN ÒPTICA I OPTOMETRIA

El Sr./Sra. María Rosa Borràs García, com a director/a del treball y el Sr./Sra. Elvira Peris March com a codirector/a del treball

CERTIFIQUEN

Que el Sr./Sra. Mireia Sánchez Soler ha realitzat sota la seva supervisió el treball *Estudi de la repetibilitat i la reproductibilitat de la mesura de fòries en visió propera* que es recull en aquesta memòria per optar al títol de grau en Òptica i Optometria.

I per a què consti, signo/em aquest certificat.

Terrassa, 13 de juny de 2014

AGRAÏMENTS

En primer lloc vull agrair a la meva directora Rosa Borràs i co-directora Elvira Peris el seu suport, ajuda i orientació per la realització d'aquest treball.

A la meva família, per animar-me a estudiar i recolzar-me tot aquests anys, sense ells no hauria arribat fins aquí.

A les meves amistats, en especial a la Carla, Ainhoa, Mireia, Marina i Àuria, per creure en mi i donar-me suport moral cada dia.

A la meva parella, en Gerard, per escoltar-me i suportar-me en els moments de nervis i estrés.

Als meus companys i amics de la facultat que he anat coneixent durant aquets quatre anys, per compartir tantes hores d'estudi i treball, però també per tots els bons moments que hem viscut junts.

I per últim, i no menys important, als alumnes de 3r curs d'Òptica i Optometria de Terrassa, per formar part de la mostra d'aquest estudi.

A tots vosaltres, gràcies.



GRAU EN ÒPTICA I OPTOMETRIA

ESTUDI DE LA REPETIBILITAT I LA REPRODUCTIBILITAT DE LA MESURA DE FÒRIES EN VISIÓ PROPERA

RESUM

Objectiu: Realitzar un estudi per determinar la repetibilitat entre subjectes i la reproductibilitat entre examinadors de sis mètodes subjectius de mesura de fòries en visió propera.

Mètode: Es van fer dues sessions de mesura a una mostra de 54 estudiants joves, entre 20 i 25 anys, amb agudesa visual en visió propera igual a la unitat, sense estrabisme o ambliopia, sense història de patologies oculars ni haver-se sotmès a cirurgia ocular prèvia. En la primera sessió, cada individu va ser avaluat per dos examinadors diferents i en la segona sessió, la mostra només va ser avaluada per un únic examinador. Les proves que es van realitzar per obtenir la mesura de les fòries són: Von Graefe amb foròpter i test d'una lletra, Von Graefe amb foròpter i tests d'una línia, Von Graefe amb barra de prismes i test d'una lletra, Cover Test subjectiu amb barra de prismes, barnilles de Maddox i test de Thorington modificat.

Resultats: Van aparèixer diferències estadísticament significatives entre les mesures obtingudes amb el mètode de Von Graefe amb foròpter i test de línia, ja sigui comparant examinadors com subjectes. El mètode de Thorigton modificat va mostrar una bona repetibilitat tant en comparar examinadors com subjectes.

Conclusions: El mètode de Thorington modificat és el que obté la millor repetibilitat entre examinadors i entre subjectes. El mètode de Von Graefe mostra la pitjor repetibilitat que s'accentua quan el test és una línia en lloc d'una lletra i quan s'utilitza amb el foròpter.



GRADO EN ÓPTICA Y OPTOMETRÍA

ESTUDIO DE LA REPETIBILIDAD Y LA REPRODUCIBILIDAD DE LA MEDIDA DE FORIAS EN VISIÓN PRÓXIMA

RESUMEN

Objetivo: Realizar un estudio para determinar la repetibilidad entre sujetos y la reproducibilidad entre examinadores de seis métodos de medida de fórias en visión próxima.

Método: Se realizaron dos sesiones de medida a una muestra de 54 estudiantes jóvenes entre 20 y 25 años con agudeza visual en visión próxima igual a la unidad, sin estrabismos o ambliopía y sin historia de patologías oculares ni haberse sometido a cirugía ocular previamente. En la primera sesión cada individuo fue evaluado por dos examinadores diferentes y en la segunda sesión, la muestra sólo fue evaluada por un único examinador. Las pruebas que se realizaron para obtener la medida de las forias son: Von Graefe con foróptero y test de una letra, Von Graefe con foróptero y test de una línea, Von Graefe con barra de prismas y test de una letra, Cover Test subjetivo con barra de prismas, varillas de Maddox y test de Thorington modificado.

Resultados: Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las medidas obtenidas con el método de Von Graefe con foróptero y test de línea, tanto comparando examinadores como sujetos. Se encontró una buena repetibilidad para el método de Thorington modificado, tanto comparando examinadores como sujetos.

Conclusiones: El método de Thorington modificado es el que obtiene la mejor repetibilidad entre examinadores y entre sujetos. El método de Von Graefe da la peor repetibilidad, aún más cuando el test es una línea en vez de una letra y cuando se utiliza con foróptero.



GRAU EN OPTICA I OPTOMETRIA

ESTUDY OF REPEATABILITY AND REPRODUCIBILITY ABOUT PHORIA MEASUREMENTS IN NEAR VISION

ABSTRACT

Purpose: To carry out a study to determine the repeatability between subjects and the reproducibility between analysts of six different methods of measuring phorias in near vision.

Methods: Two measurement sessions were realized. The sample consisted of 54 students between 20 and 25 years with good visual acuity (20/20) in near vision, without strabismus or amblyopia and no past records of eye disease or eye surgery. In the first session, each subject was examined by two different examiners and in the second session, the sample was examined only by one examiner. The methods used on the tests were: Von Graefe test with phorometer and a letter test, Von Graefe test with phorometer and a line of letters test, Von Graefe with prisms bar and a letter test, subjective Cover test with prisms bar, traditional Maddox and modified Thorington method.

Results: The study showed statistically significant differences between Von Graefe with phorometer and a line of letters test measurements, comparing both examiners and subjects. It also revealed good repeatability of the modified Thorington method, comparing both examiners and subjects.

Conclusions: Modified Thorington method obtains the best reproducibility between examiners and subjects. Von Graefe's method obtains the worst repeatability, even more when the test is a line instead of a letter and when it is used with the phorometer.



GRAU EN ÒPTICA I OPTOMETRIA

ESTUDY OF REPEATABILITY AND REPRODUCIBILITY ABOUT PHORIA MEASUREMENTS IN NEAR VISION

SUMMARY

The binocular vision is defined as the integration of the monocular sensory information of the two eyes and the motor visual information into one combined perception of the physical space that surrounds us. However, to have a single and clear binocular vision, it is necessary that the visual system includes some requisites: two eyes with neural pathways to transfer the images to the brain, a system of neural processing to integrate the different types of visual information such as luminosity, size, relative movement of the eye, colour and contrast and extraocular muscles to locate the image of the fixed object in the appropriate area of the retina of each eye. It is also necessary a motor control to regulate the voluntary movements, eye reflexes and a binocular sensory connection as well as a motor connection.

There are some visual aspects that let the visual system have a good binocular vision: the convergence of the visual axis in the fixation point and the lining up of the images of the two eyes because of the fusion reflexion to get an unique image so the sensory correspondence is normal. In other words, the fovea of the right eye corresponds with the fovea of the left eye and the other way round thanks to the horopter and Panum areas.

Binocular vision has the following advantages over monocular vision: simple vision instead of double vision or alternate vision of the two eyes and the perception of the stereopsis. Only with one eye, we have spatial sense but it is not as good as the one that we get with two eyes. The quantity of binocular convergence is used to fix the objective with each eye and it makes an approximate evaluation of the distance of the objective with triangulation and helps also with the spatial localization.

There are two ways of classifying the deviations of the axis: clear deviations (strabismus or squint) in which the direction of one of the visual axis is directed to the fixation object while the other is directed to another side; there are also latent deviations (phorias) which make that in normal conditions, the axis are lined up in the fixation point so that the phoria can only be seen when there is no fusion. This study is about this last type of deviation, phorias.

To evaluate phorias we have to look at the direction (horizontal: exophoria or endophoria; vertical: hyperphoria or hypophoria; cyclophoria: exocyclophoria or endocyclophoria), the magnitude and the comitance.

What makes that phorias remain in a latent stay and don't become a clear deviation is the capacity of fusional vergence which depends on the visual system of each subject. The type of fusional vergence of the eye is related with the type of the phoria: an endophoria uses a negative fusional vergence (NFV) to put both visual axis in the direction of the object of interest but an exophoria uses the positive fusional vergence (PFV).

When there is not enough capacity of fusional vergence to maintain in a comfortable way the visual demands of the subject or when the phoria presents a very high level, a dysfunction of the binocular vision appears. These dysfunctions can be classified into:

-Exophorias

Basic exophoria: high and unbalanced exophoria with similar values in near and far vision.

Convergence insufficiency: because of unbalanced exophoria in near vision, because the near point of convergence (NPC) is moved away or because of both reasons.

Divergence excess: high and unbalanced exophoria in far vision. In near vision exists the orthophoria or a little compensated exophoria.

- Endophorias:

Basic endophoria: high and unbalanced endophoria with similar values in near and far vision.

Divergence insufficiency: unbalanced endophoria in far vision. Usually, in near vision there is orthophoria.

Convergence excess: high and unbalanced endophoria in near vision. In far vision it does not exist any significant heterophoria.

The prevalence of dysfunctions in binocular vision is in the ones related with near vision, this is why it is so important that they are evaluated.

To assess those, is necessary to use a dissociant method (occluder, prism, the Maddox rod, etc.), to provide different images for both eyes, avoiding the fusion reflex, so the visual axis remain in the passive or phoric position.

In the clinical practice, the most common methods are: Cover Test, unilateral or alternating; the Maddox rod or it's variant method Thorington; and Von Graefe technique, but the results of each method may vary due to three different reasons: the measurement method used, the studied subjects and the examiner. The last two (variability among subjects and variability among examiners) can be studied with the reproducibility and repeatability.

So the aim of this study is to make easy the selection of clinical practice tests by determining the

repeatability and reproducibility of the six measurements methods of horizontal phorias in near vision: (1) von Graefe with phorometer and a letter test, (2) Von Graefe with phorometer and a column of letters tests, (3) Von Graefe with prism bar and a letter test, (4) subjective cover test with prisms bar, (5) Maddox road and (6) Modified Thorington.

To conduct the study it selected a sample of 54 students between 20 and 25 years old, with the following requirements: monocular visual acuity equal to 1 at near vision, refractive error between -6.00 and +6.00 spherical diopters and ≤ 3 cylinder diopters, without history of strabismus or amblyopia and no past records of eye diseases or eye surgery. All participants signed an informed consent before participating in the study.

Two measurement sessions were realized. In the first session were examined by two different examiners, to compare both results (reproducibility), while in the second session were examined only by one of them, and in that way were possible comparisons between the first and second session (repeatability). It was followed by a detailed measurement protocol always consisted of the same measurement conditions and tests were performed randomly into three groups.

All time, the patient was in their habitual conditions in near vision (glasses, contact lenses or nothing), and the lighting was 450-500 lux for all methods except Maddox road and modified Thorington, which was 30-50lux. The near vision optotypes were visual acuity 0,7.

After doing the Kolmogorov - Smirnov test to verify that the sample used is normal, the results were obtained, analyzed by different methods: concordance coefficient (CDC), the Pearson correlation, interclass correlation coefficient (ICC), T-Student test, Bland and Altman and a graphical representation with error bars.

Between examiners:

The modified Thorington method obtains the best correlation and lower variability between examiners. The result of the Pearson correlation is 0'86, the coefficient of concordance (CDC) 3'59, the interclass correlation coefficient (ICC) is 0'924 and the average of the differences between the two examiners is 0 '40 Δ (P = 0'116) and confidence interval (CI) is 7,18 Δ .

The Von Graefe method with foròpter and a column of letters test obtains the worst correlation and a higher variance of results between examiners. The result of the Pearson correlation is 0,75, the coefficient of concordance (CDC) 7,69, the interclass correlation coefficient (ICC) 0,846 and the average of the differences between the two examiners is -2,67 Δ (P = 0,001) and a confidence interval (CI) is 15,37 Δ .

Between sessions:

The modified Thorington method obtains the best correlation and lower variability between sessions. The result of the Pearson correlation is 0,87, the coefficient of concordance (CDC) 3,56, the interclass correlation coefficient (ICC) 0,929, the average of the differences between the two sessions is 0,41 Δ (P = 0,105) and confidence interval (CI) (95%) is 7,11 Δ .

The method of von Graefe with phorometer and a column of letters test obtain the worst correlation



and present a higher variance of results between the two sessions. The result of the Pearson correlation is 0,79, the coefficient of concordance (CDC) 6,91, the interclass correlation coefficient (ICC) 0,898, the average of the differences between the two sessions is $-0,06\Delta$, ($P = 0,898$) and confidence interval (CI) is $13,82 \Delta$.

After obtaining and analyzing the results, we reached a series of conclusions: the modified Thorington method is giving the best inter-examiner reproducibility and the best intra-examiner repeatability; the von Graefe method with phorometer and a column of letters test gives the worst inter-examiner reproducibility and the worst repeatability intra-examiner; the possible variants of von Graefe method, which gives the best repeatability and reproducibility is when used without phorometer and use a letter test instead of a column letters test; in clinical centers, where there are many optometrists, is better to use the modified Thornigton method because the variability inter-examiner is better; studies involving the measurement of phoria must consider two things, the first one is that if the phoria is measured by different exeminers should not be used with the method of von Graefe with phorometer and a column letters test, and the second is that if they make repeated measurements to the subjects, examiners should be cautious in their conclusions as is a parameter that for the same subject can have large variations regardless of the method used.

ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ.....	1
2. MARC TEÒRIC.....	2
2.1. LA VISIÓ BINOCULAR.....	2
2.1.1. Definició	2
2.1.2. Requisits per tenir visió binocular.....	2
2.1.3. Aspectes que s'han de complir	2
2.1.4. Avantatges de la visió binocular.....	4
2.2. DESVIACIÓ DELS EIXOS VISUALS.....	5
2.2.1. Fòries	5
2.2.2. Vergències fusional:.....	7
2.2.3. Disfuncions de la visió binocular	8
2.3. MÈTODES DE MESURA DE LES FÒRIES	10
2.4. REPETIBILITAT I REPRODUCTIBILITAT.....	11
2.4.1. Fonts de variabilitat:.....	11
2.4.2. Reproductibilitat	11
2.4.3. Repetibilitat.....	12
2.4.4. Altres estudis.....	12
3. OBJECTIUS	14
4. MÈTODE EXPERIMENTAL	15
4.1. SELECCIÓ DE LA MOSTRA	15
4.2. MATERIAL	15
4.3. COMPROMÍS ÈTIC I SOCIAL	16
4.4. PROTOCOL DE MESURA	16
4.5. ANÀLISI ESTADÍSTIC.....	23
5. RESULTATS.....	24
5.1. ANÀLISIS DESCRIPTIU	24
5.1.1. Descripció de la mostra	24
5.1.2. Descripció de les variables d'estudi	25
5.2. ANÀLISIS DE REPETIBILITAT DE TOTS ELS MÈTODES.....	26
5.2.1. Coeficient de concordança (CDC).....	26
5.2.2. Correlació de Pearson	26
5.2.3. Coeficient correlació interclasse (CCI).....	29

5.2.4. T-Student.....	29
5.2.5. Bland and Altman.....	30
5.2.6. Representació gràfica amb barres d'error.....	32
5.2.7. Quadre resum.....	33
5.3. PUNTS D'INTERÈS.....	35
5.3.1. Efecte del disseny del optotip.....	35
5.3.2. Efecte del foròpter.....	36
6. DISCUSSIÓ.....	38
7. CONCLUSIONS.....	41
8. BIBLIOGRAFIA.....	42
9. ANNEXOS.....	45
ANNEX I. CONSENTIMENT INFORMAT.....	45
ANNEX II. FITXA D'EXCLUSIÓ.....	47
ANNEX III. EXEMPLE DE FIXA D'ANOTACIÓ DE RESULTATS.....	48
ANNEX IV. TEST KOLMOGOROV-SMIRNOF I HISTOGRÀMES.....	49
ANNEX V. GRÀFIQUES DE LA CORRELACIÓ DE PEARSON.....	55
ANNEX VI. GRÀFIQUES BLAND AND ALTMAN.....	57

ÍNDEX DE FIGURES

Figura 1. L'horòpter. EH: Horòpter empíric; F: Punt de fixació; OFPP: Pla frontoparal·lel objectiu; VMC: Cercle de Vieth-Müller.

Figura 2. Àrea de Panum. F: Punt de fixació; OFPP: Pla frontoparal·lel objectiu; SFPP: Pla frontoparal·lel subjectiu.

Figura 3. Estrabisme (desviació manifesta). ESQUERRA: estrabisme sense trencar la visió binocular amb oclusió; DRETA: estrabisme amb un ocluser, impeding la visió binocular

Figura 4. Fòria (desviació latent). ESQUERRA: fòria sense trencar la visió binocular amb oclusió; DRETA: fòria amb un ocluser, impeding la visió binocular

Figura 5. Esquema del moviment de vergència fusional negativa (VFN) en les endofòries. Fod: fòvea de l'ull dret; foi: fòvea de l'ull esquerre.

Figura 6. Esquema del moviment de vergència fusional Positiva (VFP) en les exofòries. Fod: fòvea de l'ull dret; foi: fòvea de l'ull esquerre.

Figura 7. Mètode de Von Graefe amb foròpter

Figura 8. Mètode de Von Graefe amb barra de prismes i test d'una lletra

Figura 9. Mètode del cover test subjectiu

Figura 10. Mètode de Maddox tradicional

Figura 11. Mètode de Thorington modificat

ÍNDEX DE TAULES

Taula 1. Mètodes dissociants més habituals

Taula 2. Material utilitzat per cada prova.

Taula 3. Distribució d'examinadors per sessions

Taula 4. Abreviació dels mètodes de mesura

Taula 5. Mitjana, Sd i CDR per sessió i examinador

Taula 6. CDC per examinador i sessions. Les caselles verdes són els que obtenen el millor coeficient de concordança (més repetible), mentre que les caselles taronges són els que obtenen el pitjor coeficient de concordança (menys repetible).

Taula 7. Correlacions de Pearson per examinadors i sessions (* la correlació és significativa). Les caselles verdes són les que tenen una bona correlació (>0,8), la casella taronja és la correlació més baixa que s'ha obtingut.

Taula 8. Grau de repetibilitat per el coeficient de correlació interclasse

Taula 9. CCI per examinador i sessió. Les caselles verdes són les que tenen un molt bon grau de repetibilitat ($>0,91$)

Taula 10. T-Student per examinador i sessió. La casella vermella és la diferència més alta. Les caselles taronges són les que tenen la $P < 0,05$.

Taula 11. Dades examinadors per Bland and Altman. La casella verda és la que té l'ample total del IC més petit, mentre que la casella taronja és el que té l'ample total del IC més gran.

Taula 12. Dades sessions per Bland and Altman. La casella verda és la que té l'ample total del IC més petit, mentre que la casella taronja és el que té l'ample total del IC més gran.

Taula 13. Quadre resum comparant examinadors. Les caselles verdes són les que obtenen millor repetibilitat. Les caselles taronges són les que obtenen pitjor repetibilitat.

Taula 14. Quadre resum comparant sessions. Les caselles verdes són les que obtenen millor repetibilitat. Les caselles taronges són les que obtenen pitjor repetibilitat.

Taula 15. Efecte del disseny del optotip per examinador i sessió

Taula 16. Efecte del foròpter per examinador i sessió

ÍNDIX DE GRÀFIQUES

Gràfica 1. Histograma del mètode de Von Graefe amb foròpter i test d'una lletra, en la sessió 1 i per l'examinador 2

Gràfica 2. Correlació de Pearson del mètode Thorington modificat entre examinadors

Gràfica 3. Correlació de Pearson del mètode Von Graefe amb barra de prismes i test d'una lletra entre examinadors

Gràfica 4. Correlació de Pearson del mètode Thorington modificat entre sessions

Gràfica 5. Bland and Altman. A dalt, el mètode de Von Graefe amb foròpter i tests d'una línia (per examinador a l'esquerra i per sessió a la dreta). A baix, el mètode de Thorington modificat (per examinador a l'esquerra i per sessions a la dreta).

Gràfica 6. Barres d'error per examinadors. Taronja: examinador 1; verd: examinador 2. Cada parella de taronja-verd és un mètode.

Gràfica 7. Barres d'error per sessió. Blau: sessió 1; vermell: sessió 2. Cada parella de blau-vermell és un mètode

Gràfica 8. Bland and Altman. Comparació dels resultats segons el tipus de test utilitzat

Gràfica 9. Bland and Altman. Comparació dels resultats segons si és amb foròpter o amb barra de prismes

1. INTRODUCCIÓ

La optometria col·labora en la cura de la salut visual de la població i per donar un bon servei, el professional ha de realitzar una bona anamnesis, una bona observació, bones proves clíniques i un diagnòstic i tractament correctes.

Per realitzar un bon diagnòstic i tractament, prèviament les proves clíniques han de ser correctes, i per tant escollir de entre tots els mètodes possibles, el que sigui més vàlid. En el cas de la visió binocular, és on es troben més problemes a l'hora d'escollir quina prova es realitza, ja que existeixen diverses tècniques que tenen la mateixa finalitat, que donen resultats diferents entre elles. En aquets casos, s'ha de conèixer la repetibilitat i la reproductibilitat per que ajudi a la selecció de la prova a realitzar, però sovint, degut al desconeixement d'aquestes, els professionals utilitzen la metodologia a la que estan acostumats, i no sempre és la més correcta. Per la realització de seguiment d'alguna disfunció binocular, o en la realització d'estudis on les proves binoculars juguen un paper important pel resultat final, no es té en compte si el mètode utilitzat proporciona un bon resultat variïn el menys possible amb l'examinador que avalua i a l'hora de repetir les proves en els subjectes avaluats.

Les característiques més importants que s'han de tenir en compte a l'hora d'escollir les proves clíniques són la repetibilitat, la validesa i la capacitat discriminatòria. La més important de totes és la repetibilitat, ja que influeix en les altres dues: les proves han de tenir una alta repetibilitat per que puguin ser vàlides i per que tinguin una bona capacitat discriminatòria.

L'estudi que s'ha realitzat en aquest treball ha estat sobre la repetibilitat i la reproductibilitat de la mesura de les fòries en visió propera, utilitzant mètodes subjectius. Els mètodes escollits per realitzar les comparacions han estat:

- Von Graefe amb foròpter i test d'una lletra
- Von Graefe amb foròpter i test de línia
- Von Graefe amb barra de prismes i test d'una lletra
- Cover Test subjectiu amb barra de prismes
- Maddox tradicional amb barra de prismes
- Thorington modificat

Fins l'actualitat, s'han realitzat pocs estudis sobre la repetibilitat de les fòries, alguns parlen només de la repetibilitat, altres també de la concordança, i altres sobre alguns mètodes en concret. Els autors anomenen quin mètode dels utilitzats té major repetibilitat i quin no es repetible, però cap estudia la repetibilitat i la reproductibilitat amb un nombre tan gran de mètodes de mesura i en una mateixa mostra.

El que m'ha cridat més l'atenció per realitzar aquest treball és el poc coneixement previ que tenia sobre la importància de la repetibilitat de les proves, que ha creat un interès per ampliar els coneixements dels estudis clínics sobre el tema.

2. MARC TEÒRIC

En aquest apartat es tractaran els conceptes que estan lligats a les fòries i l'estudi de la repetibilitat i reproductibilitat. Per començar es farà una breu descripció de la visió binocular i els requisits que s'han de complir per tenir una bona visió binocular, seguidament es parlarà de les fòries, la importància que aquestes tenen, sobretot en visió propera, i de la necessitat de fer una bona mesura. Seguidament s'explicaran els mètodes de mesura i per acabar es parlarà dels conceptes de repetibilitat i reproductibilitat.

2.1. LA VISIÓ BINOCULAR

2.1.1. Definició

La visió binocular es defineix com la integració de la informació sensorial monocular rebuda dels dos ulls i la informació visual motora en una percepció combinada de l'espai físic que ens envolta. Aquesta percepció visual és codificada i editada pel cervell. Es veu afectada per la memòria visual, i sovint reacciona a un estímul visual després de passar per la consciència¹.

2.1.2. Requisits per tenir visió binocular

Per poder gaudir d'una visió binocular simple i nítida és necessari que el sistema visual compti amb un seguit de requisits, que s'anomenen a continuació:

- Dos ulls. La separació entre ambdós ulls (distància interpupil·lar) és generalment de 65mm en adults.
- Vies neurals per transferir les dues imatges al cervell.
- Sistema de processament neural per integrar els diferents tipus de informació visual, com la lluminositat, mida, moviment relatiu de l'ull, color i contrast. Aquest sistema analitza i produeix altres percepcions com la distància, forma, moviment relatiu del cos i estereopsis.
- Músculs extraoculars per permetre que la imatge de l'objecte fixat estigui a l'àrea apropiada de la retina de cada ull.
- Sistema de control motor per regular els moviments voluntaris i reflexos oculars, per exemple per mantenir o variar la fixació. També ha d'haver un mètode de correspondència binocular sensorial i de funció motora binocular: la correspondència motora.
- La percepció binocular s'obté mitjançant la triangulació dels objectes observats utilitzant el cap i els moviments del cos i la adició d'altres pistes monoculares, per la total percepció visual.

2.1.3. Aspectes que s'han de complir

A més d'aquets requisits, hi ha uns aspectes que faciliten al sistema visual a tenir una bona visió binocular, els eixos visuals, la correspondència sensorial, l'horòpter i l'àrea de Panum:

- **Eix visual:** És una línia que s'obté unint l'objecte de fixació a la fovèola, passant a través dels punts nodals que poden considerar-se coincidents per la petita separació que existeix entre ells. Estrictament, l'eix visual no és una línia recta, sinó que consta de dues parts; una primera línia que connecta l'objecte observat amb

el punt nodal objecte i una altra que línia paral·lela que uneix el punt nodal imatge amb la fovèola².

En visió binocular única els dos eixos visuals interseccionen en el punt de fixació i les imatges dels dos ulls s'alineen per el reflex de fusió i es combinen per les cèl·lules responedores de l'escorça visual per proporcionar la visió binocular única³.

- **Correspondència Sensorial:** Els punts corresponents són àrees de cada retina que comparteixen la mateixa direcció visual subjectiva, com per exemple les dues fòvees, que comparteixen la direcció visual primària. Els punts o àrees de la retina nasal d'un ull tenen els seus punts corresponents en la retina temporal de l'altre ull i a la inversa³.
- **Horòpter:** És el lloc geomètric dels punts de l'espai que estimulen punts retinians corresponents dels dos ulls. L'horòpter és una superfície tridimensional, és una corba que s'obté a través de la intersecció obtinguda de les projeccions de les línies visuals dels dos punts retinians corresponents. Aquesta corba passa pel punt de fixació i canvia de forma al fer-ho la distància de fixació^{2,4} (figura 1).

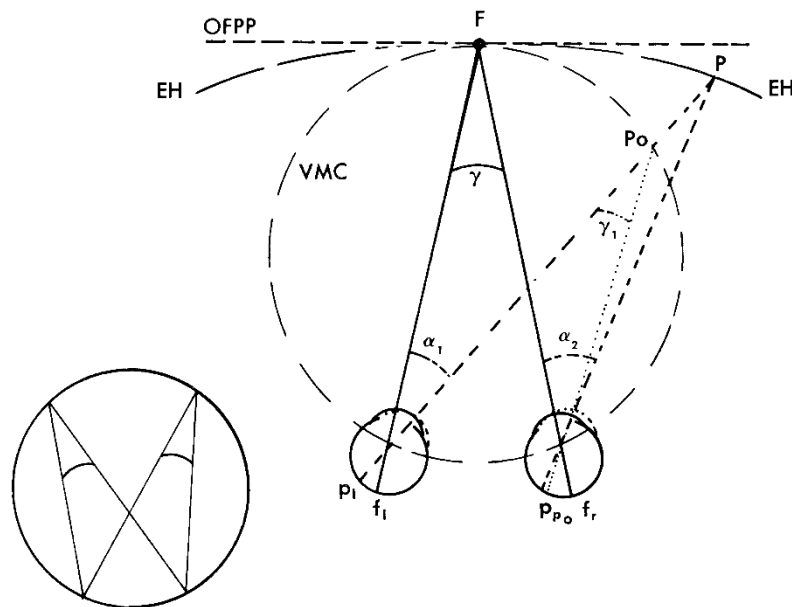


Figura 1. L'horòpter. EH: Horòpter empíric; F: Punt de fixació; OFPP: Pla frontoparal·lel objectiu; VMC: Cercle de Vieth-Müller⁵.

- **Àrea de Panum:** Quan es determina l'horòpter, en teoria, qualsevol punt que caigui fora d'ell s'hauria de veure en diplopia. Però, en realitat, observem que al voltant de la corba de l'horòpter hi ha un cert interval espacial en el que tenim visió única. Aquesta característica s'explica de manera simple si la correspondència retiniana no és punt a punt, sinó que és punt a àrea, és a dir, que a partir d'un punt

de fixació, la imatge no és estrictament necessari que recaigui sobre el punt corresponent de l'altre retina, sinó que estigui dins de l'àrea corresponent⁴.

La mida de l'àrea de Panum es correspon amb la zona de l'espai al voltat de l'horòpter on es té la haplopia. Aquesta zona, projectada en l'espai de l'àrea de Panum (figura 2), es coneix com espai de Panum.

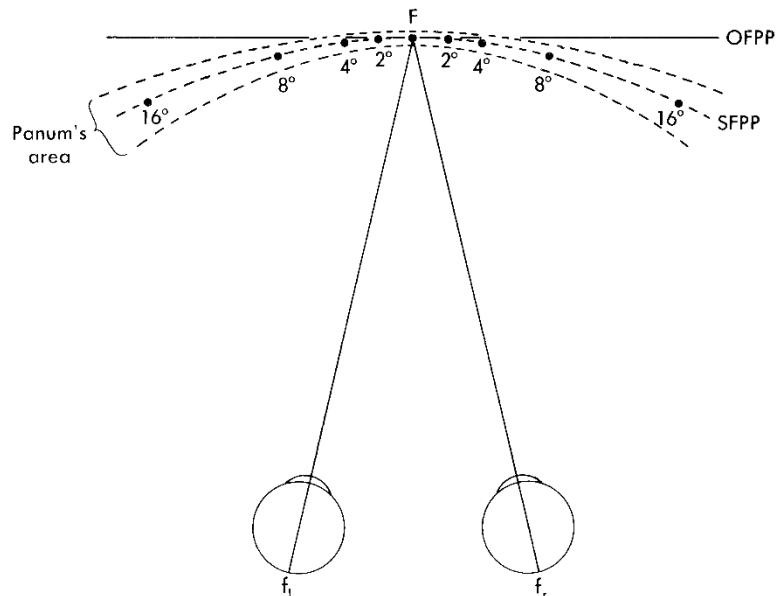


Figura 2. Àrea de Panum. F: Punt de fixació; OFPP: Pla frontoparal·lel objectiu; SFPP: Pla frontoparal·lel subjectiu⁵.

Aquestes condicions sensorials s'han de complir correctament per gaudir d'una bona visió binocular, és a dir, que s'obtingui una imatge fusionada dels objectes d'interès i una visió tridimensional del món que ens envolta. Si no es compleixen estem davant d'un estrabisme, el qual no té visió binocular normal.

2.1.4. Avantatges de la visió binocular

La visió binocular té avantatges respecte la visió monocular, el principal és la visió simple en comptes de visió doble o visió alternant d'ambdós ulls. Una altra diferència respecte de la visió monocular és la percepció de la estereopsis. Amb un sol ull tenim sentit espacial, però aquest no és tant bo com el que s'obté amb els dos ulls, ja que en la visió binocular cada un dels ulls té un punt de vista diferent. La estereopsis ajuda als primats en la coordinació ull-mà i a la intercepció precisa de les fonts d'alimentació mòbils. La visió binocular també ajuda amb la localització espacial: la atenció visual es pot concentrar en objectes situats en el pla del punt de fixació binocular, permetent distracció de l'estímul proper o llunyà per ser ignorat.

En les diferents espècies els sistemes visuals són diferents. En les espècies herbívores els ulls estan col·locats de manera lateral, sense solapament dels camps visuals, i un creuament total de la informació dels dos ulls en el quiasma òptic. En canvi, en les espècies caçadores, els ulls estan col·locats frontalment, amb solapament dels camps visuals monoculars, gràcies a una

decussació parcial de la informació visual al quiasma (semidecussació quiasmàtica) que permet que la informació d'ambdós ulls es combini, donant lloc a la visió binocular⁴.

2.2. DESVIACIÓ DELS EIXOS VISUALS

2.2.1. Fòries

La desviació dels eixos visuals es classifica de dues maneres, en forma de desviació latent, el que anomenem fòria, i la desviació manifesta, que anomenem estrabisme o tròpia.

Els estrabismes o tròpies són desviacions manifestes de l'eix visual d'un dels ulls. La direcció de l'eix visual d'un dels ulls està dirigida cap a l'objecte de fixació, mentre que l'altre no està dirigit sobre l'objecte de fixació⁶ (Figura 3).

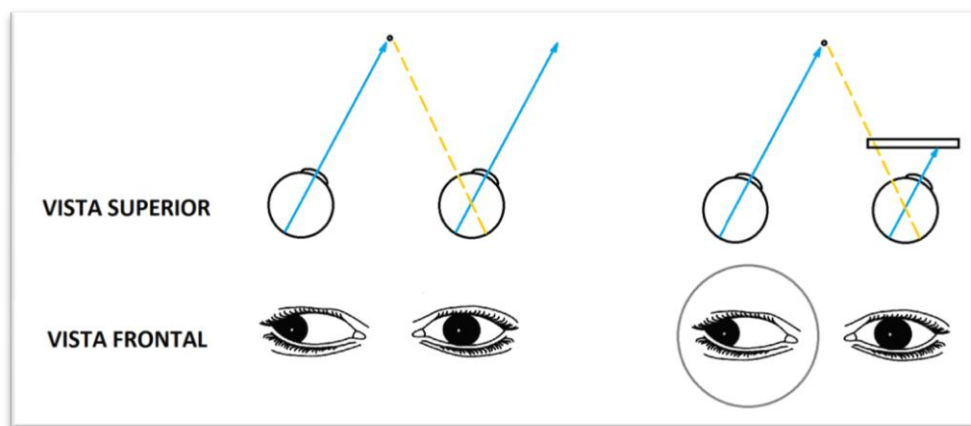


Figura 3. Estrabisme (desviació manifesta). ESQUERRA: estrabisme sense trencar la visió binocular amb oclusió; DRETA: estrabisme amb un oclúsor, impeding la visió binocular

Els estrabismes poden ocórrer de moltes maneres, és un tema molt complex. Com ja s'ha dit abans, no comptem amb visió binocular, per tant ens centrarem només en les fòries, on sí que existeix visió binocular.

La fòria és una desviació latent dels eixos visuals, la qual és manifesta només en absència de fusió, és a dir, que en condicions normals un individu amb una fòria, té els eixos alineats al punt de fixació. Quan es trenca la fusió, l'ull no fixador és el que es pot desviar, i la posició resultant és la que s'anomena posició de fòria o posició fisiològica de repòs dels eixos visuals⁶ (Figura 4).

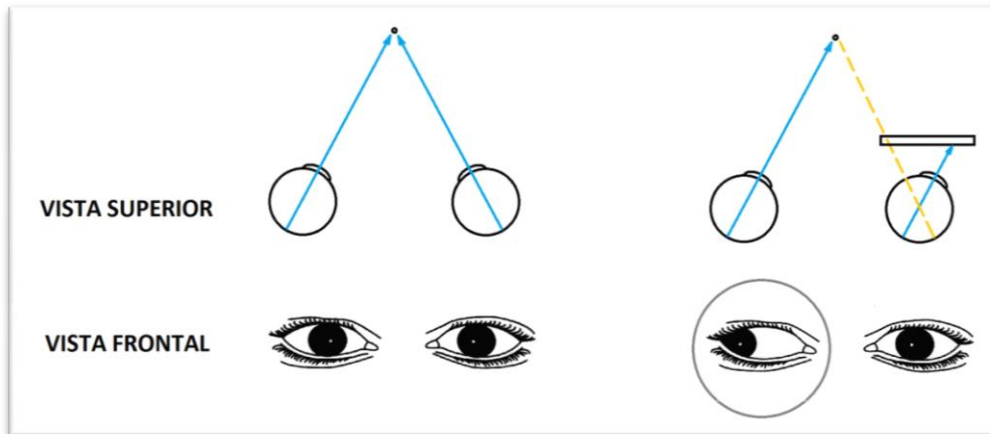


Figura 4. Fòria (desviació latent). ESQUERRA: fòria sense trencar la visió binocular amb oclusió; DRETA: fòria amb un oclúsor, impedit la visió binocular

Hi ha una sèrie de factors que s'han de tenir en compte per avaluar les fòries⁶:

- **Direcció**

Si no hi ha desviació dels eixos visuals (horitzontal, vertical o ciclo), es considera una situació de ortofòria. En el cas que hi hagi una desviació dels eixos s'ha de descriure en quina direcció es desvia l'ull en posició de repòs:

Horitzontal: endofòria (desviació nasal) o exofòria (desviació temporal). Són les desviacions latents més freqüents.

Vertical: hiperfòria (desviació cap a dalt) o hipofòria (cap a baix). En aquest cas s'ha d'especificar quin dels ulls és el desviat.

Ciclo: En rares ocasions els ulls poden rotar al voltant de l'eix anteroposterior de l'ull. Aquestes desviacions s'anomenen ciclofòries. Si gira cap al costat temporal (amb referència a la part superior de l'ull) s'anomenen exociclofòria, mentre que si gira cap al costat nasal són endociclofòria.

- **Magnitud**

La magnitud de fòria és la mesura angular de la diferència en direccions de les línies de visió de l'ull per una distància donada de fixació i una direcció de mirada. La unitat de mesura més utilitzada és la diòptria prismàtica(Δ).

- **Comitància**

Les desviacions oculars poden ser comitants o incomitants. Una desviació comitant és aquella que té la mateixa magnitud o angle de desviació en totes les direccions de mirada per una distància de fixació determinada. Les desviacions incomitants varien, de forma consistent, amb les diferents direccions de mirada. De la mateixa forma, també varia depenent de quin ull està fixant en cada moment⁷.

El que permet que una fòria o desviació latent es mantingui en estat latent i no esdevingui manifesta és la capacitat de vergència fusional del sistema visual del subjecte.

2.2.2. Vergències fusionals:

Per fixar un objecte llunyà, els eixos visuals dels dos ulls han d'estar paral·lels, ja que la demanda de vergència és de 0Δ . En objectes més propers, la fixació dels objectes es dona gràcies a la integració de diverses respostes motores: tònica, convergència-acomodativa (en visió propera), convergència proximal. Quan es té una fòria, s'afegeix a més a més una vergència fusional als altres sistemes per aconseguir una bifixació de l'objecte. El control de la desviació (fòria) s'ha d'aconseguir a través d'una vergència fusional igual a la mida de la desviació⁸.

El tipus de vergència fusional a utilitzar depèn del tipus de fòria:

- Una endofòria utilitza la vergència fusional negativa (VFN) per dur ambdós eixos visuals sobre l'objecte d'interès (Figura 5).

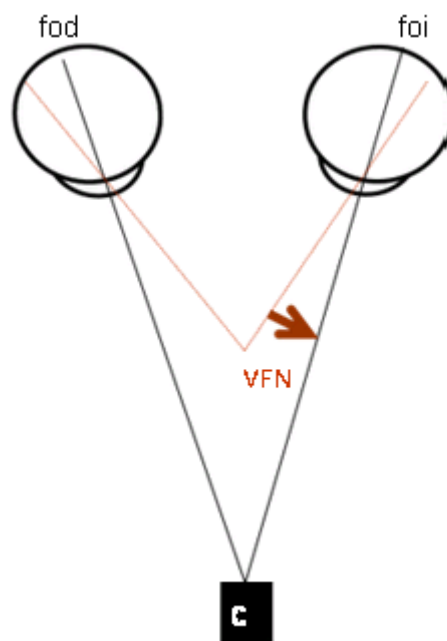


Figura 5. Esquema del moviment de vergència fusional negativa (VFN) en les endofòries. Fod: fòvea de l'ull dret; foi: fòvea de l'ull esquerre⁹.

- Una exofòria utilitza la vergència fusional positiva (VFN) per dur ambdós eixos visuals sobre l'objecte d'interès (Figura 6).

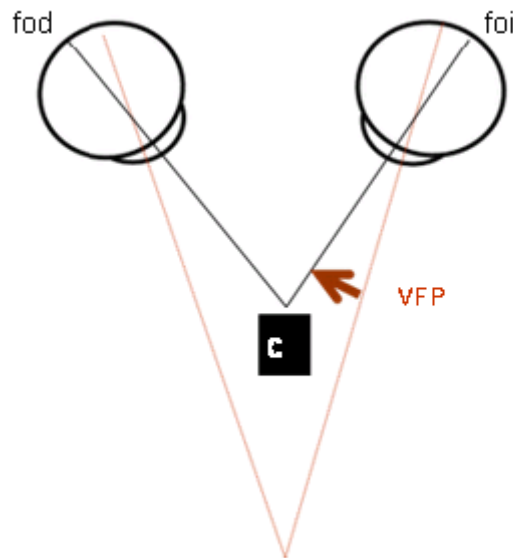


Figura 6. Esquema del moviment de vergència fusional Positiva (VFP) en les exofòries. Fod: fòvea de l'ull dret; foi: fòvea de l'ull esquerre⁹.

Quan aquestes capacitats de vergència fusional són insuficients com per a mantenir de forma confortable les demandes visuals del subjecte o quan la fòria presenta un valor molt elevat es presenta una disfunció de la visió binocular, que pel general són simptomatologia molesta o adaptacions sensorials.

2.2.3. Disfuncions de la visió binocular

Les disfuncions de la visió binocular que estan lligades a les fòries es poden classificar en¹⁰:

- Exofòries:

- **Exofòria bàsica (mixta):** Quan existeix una exofòria elevada i descompensada de valors similars tant en visió propera com en visió llunyana.

En la exofòria bàsica és on la supressió, com adaptació sensorial, es troba instaurada amb major freqüència, per tant sovint hi ha una absència de símptomes. En el cas de trobar una pacient amb simptomatologia, el més freqüent és: diplopia intermitent en visió llunyana i/o visió propera, mals de cap i astenopia visual, somnolència al estudiar o llegir i falta de concentració.

- **Insuficiència de convergència:** Quan hi ha una exofòria descompensada en visió propera, quan el punt pròxim de convergència (PPC) està allunyat o ambdós a la vegada. En visió llunyana existeix ortofòria o petita exofòria compensada.

Els símptomes van associats a tasques que es realitzen en visió propera, com la lectura: fatiga visual, mals de cap, visió borrosa i/o diplopia ocasional, tibantor ocular i somnolència al realitzar tasques d'estudi.

- **Excés de divergència:** Quan existeix una exofòria elevada i descompensada en visió llunyana. En visió propera existeix ortofòria o petita exofòria compensada.

L'excés de divergència es caracteritza per la absència de símptomes, ja que la supressió s'instaura ràpidament per evitar la visió doble.

- **Endofòries:**

- **Endofòria bàsica (mixta):** Quan existeix una endofòria elevada i descompensada de valors similars tant en visió propera com en visió llunyana.

Els símptomes estan relacionats tant amb esforços de lluny com de prop, però amb més freqüència amb el de prop. Els més referits són: diplopia intermitent, astenòpia (esforç ocular) i mals de cap relacionats amb tasques visuals com la conducció o l'estudi, visió borrosa intermitent en visió llunyana i/o visió propera, dificultat per enfocar al passar de prop a lluny i somnolència.

- **Insuficiència de divergència:** Quan hi ha una endofòria descompensada en visió llunyana. En visió propera normalment hi ha ortofòria.

El símptoma més freqüent és la diplopia intermitent en visió llunyana, i altres símptomes són: mals de cap, fatiga ocular, nàusees, dificultat per enfocar de prop a lluny i sensibilitat a la llum.

- **Excés de convergència:** Quan existeix una endofòria elevada i descompensada en visió propera. En visió llunyana no existeix cap heterofòria significativa.

Els símptomes són menors que en la insuficiència de convergència però de característiques similars, ja que els dos estan associats a la visió propera. Els més habituals són: mals de cap, somnolència i astenopia visual; ocasionalment refereixen visió borrosa i/o diplopia. En alguns casos hi ha absència de símptomes gràcies a la supressió.

Segons un estudi de Porcar al 1997¹¹ realitzat a 65 estudiants universitaris, van obtenir que dels 32,3% d'estudiants que tenien alguna disfunció de la visió binocular, la segona (després de la insuficiència d'acomodació amb un 10.8%) era la insuficiència de convergència amb un excés d'acomodació secundari, amb un 7.7% de prevalença, seguit després de la insuficiència d'acomodació (6,2%), la exofòria bàsica (3,1%), i per l'excés de convergència, l'insuficiència d'acomodació, la endofòria bàsica i disfuncions de les vergències (1.5% cada una).

Un altre estudi de Lara al 2001¹² sobre la prevalença de disfuncions de la visió binocular realitzat a 265 subjectes entre 10 i 35 anys simptomàtics. De tots ells, els 22,3% (59 pacients) va mostrar una disfunció acomodativa i/o binocular. L'excés de convergència (9%) va ser més prevalent que la insuficiència de convergència (3,5%), de la mateixa manera l'excés d'acomodació (6,4%) comparat amb la insuficiència acomodativa (3%).

Es veu clar, doncs, la prevalença de les fòries, sobretot en visió propera, i la importància de mesurar-les a la pràctica clínica.

2.3. MÈTODES DE MESURA DE LES FÒRIES

Les fòries no es manifesten en condicions habituals de mirada, ja que són desviacions latents. Per ser avaluades, és necessari utilitzar un mètode dissociant, que proporcioni imatges diferents per ambdós ulls evitant el reflex de fusió, i per tant que els eixos visuals quedin en la seva posició passiva o fòrica¹.

Trobem diferents sistemes de dissociació per trencar la fusió: Un ocluser, prismes, filtres vermell/verd, la barnilla de Maddox, etc. Segons el mètode que utilitzem, l'estímul a fixar serà diferent (una lletra, línia de lletres, llum puntual, etc.). A més, és necessari un sistema de mesura, els prismes, per poder mesurar-los (excepte per al Thorington i Thorington modificat).

Cada tècnica de mesura tindrà doncs el seu mètode dissociant, el seu estímul, i el seu sistema de mesura (Taula 1).

Prova	Objecte dissociant	Estímul	Sistema de mesura
Cover Test	Ocluser	Una lletra, número o dibuix	Prismes
Tècnica de Von Graefe	Prisma	Una lletra o una fila de lletres, números o dibuixos	Prismes
Maddox	Barra de Maddox	Llum puntual	Prismes
Thorington modificat	Barra de Maddox	Llum puntual	Test Thorington

Taula 1. Mètodes dissociants més habituals

Els mètodes de mesura més habituals en la pràctica clínica són:

- Cover Test, que pot ser unilateral o alternant
- Barnilla de Maddox o la seva variant del mètode de Thorington
- Tècnica de Von Graefe

Tots els mètodes clínics i les seves variants són mètodes subjectius. Tan sols el mètode del Cover Test pot ser tant subjectiu com objectiu, en aquest últim cas, el resultat depèn directament de la experiència i interpretació del examinador.

Els passos que es segueixen per la seva avaluació són¹³:

- Dissociar la visió.
- Quan el pacient percep dues imatges, anteposar prismes davant de l'ull fins que la persona indica veure perfectament alineades ambdues imatges. S'utilitzen prismes de base nasal per les exofòries, prismes de base temporal per les endofòries i prismes de base inferior per les hiperfòries.
- Per detectar si existeix una incommittència, la fòria es valora en diferents posicions de mirada.

Per determinar si una fòria esta o no compensada s'han d'examinar les reserves fusionals.

2.4. REPETIBILITAT I REPRODUCTIBILITAT

2.4.1. Fonts de variabilitat:

En la pràctica clínica, els resultats d'un mateix examen o prova poden variar, els motius poden ser tres¹⁴:

- Variabilitat deguda al mètode o instrument de mesura. Deguda a fluctuacions dels factors ambientals (temperatura, soroll de fons, etc), per la falta d'una bona interacció entre l'examinador i el pacient, per un mal calibratge de la eina diagnòstica, etc.
- Variabilitat deguda als subjectes d'estudi: Aquestes són degudes per la biologia de cada individu que es dona entre les mesures. Els motius d'aquets canvis es troben per diverses raons: pels canvis fisiològics del subjecte, pel cansament, la falta d'atenció, els canvis d'humor, degut al temps transcorregut entre les mesures, etc. Per aquets motius, és important disminuir la variació associada al subjecte, per tant, les condicions han de ser el màxim d'identiques en els exàmens i el temps transcorregut entre les dues proves no ha de ser ni massa curt ni massa llarg.
- Variabilitat deguda al examinador: Aquestes variacions venen donades per que les mesures han sigut preses per diferents examinadors, i cada examinador és diferent, ja que es donen instruccions diferents, i els resultats es poden interpretar de manera diferent, l'angle d'observació pot ser diferent, el grau d'experiència de cada un d'ells també pot variar, la forma d'utilitzar l'instrument, etc.

Les fonts de variació no es poden eliminar completament, però si que es poden minimitzar per que siguin relativament petites comparades amb la variació dels resultats entre els subjectes. Es pot dir que la repetibilitat no és una propietat intrínseca del instrument o prova, sinó que depèn de la variabilitat de la població a la que s'apliqui.

Per tal de minimitzar les fonts de variabilitat es poden realitzar diferents aspectes:

- Elaborar un protocol de mesura en el qual es detallen les instruccions per realitzar les mesures i les instruccions que s'han de donar als subjectes.
- Aleatoritzar l'ordre de les proves.
- Repetir les mesures de les proves.
- Refinar els instruments, en el cas d'utilitzar instruments electrònics o mecànics.

2.4.2. Reproductibilitat

La reproductibilitat és la proximitat entre els resultats de mesures de la mateixa magnitud per mesurar, amb el mateix mètode, però efectuada sota diferents condicions de mesura^{15,16}.

Per a que sigui vàlida, s'ha d'especificar quina o quines són les condicions que canvien, que poden ser:

- El mètode de mesura

- L'observador
- L'instrument de mesura
- El patró de referència
- El lloc
- Les condicions d'ús

La reproductibilitat pot ser expressada quantitativament en funció de les característiques de dispersió dels resultats.

En aquest estudi la condició que canvia és l'examinador, mentre que la resta de variables són les mateixes: el mètode de mesura, els instruments, les condicions d'ús, la il·luminació.

2.4.3. Repetibilitat

La repetibilitat és la proximitat entre els resultats de mesures successives de la mateixa magnitud per mesurar, efectuades en les mateixes condicions de mesura^{15, 16}.

Aquestes condicions s'anomenen *condicions de repetibilitat* i han d'incloure:

- El mateix procediment en mesura
- El mateix observador
- El mateix instrument de mesura utilitzat sota les mateixes condicions
- El mateix lloc
- Repetició en un període curt de temps.

La repetibilitat pot ser expressada quantitativament, en funció de les característiques de dispersió dels resultats.

Els factors que afecten a la repetibilitat són:

- La facilitat en prendre la mesura
- La mida del caràcter
- El rang de variació de la mesura
- El grau de precisió dels estris emprats.

En aquest estudi el mateix examinador realitza dues vegades les mateixes proves en dues setmanes consecutives.

2.4.4. Altres estudis

Hi ha diversos estudis realitzats sobre la repetibilitat inter-examinador o entre els mètodes de mesura de les fòries. A continuació s'exposen alguns d'aquets estudis més rellevants:

A l'estudi realitzat per David A. Goss al 2010¹⁷ van participar 50 voluntaris entre 18 i 35 anys amb agudesa visual de 20/25 en el millor dels ulls i no estràbics. Van realitzar un test de simptomatologia i quatre tests diferents de mesura de fòries: Von Graefe amb el test "Look Here", Von Graefe amb el test de Boris, Thorington modificat i la carta de fòries de Boris. Les conclusions van ser que el Thorington modificat i la carta de fòries de Boris eren més repetitius que el test de Von Graefe. A més també van trobar que hi havia una correlació més alta entre el test de símptomes amb el Thorington modificat i la carta de fòries de Boris que amb el Von Graefe.

Un altre estudi, realitzat per Elisabeth Casillas al 2006¹⁸ es van mesurar les heterofòries a 60 individus d'edat entre 20 i 34 anys amb visió binocular normal. Els mètodes de mesura van ser: Von Graefe, Barnilles de Maddox i Thorington modificat, les mesures van ser realitzades a diferents distàncies i en camp obert i en camp tancat. Les mesures es van fer en dues sessions diferents separades per 24 hores. Les conclusions finals van ser que els tests en espai obert són més repetibles que en espai tancat, i dels tests de l'estudi, els que van obtenir uns valors més repetitius van ser el Thorington modificat i les barnilles de Maddox.

A l'estudi realitzat per Bill B. Rainey al 1998¹⁹ es van examinar 72 voluntaris d'edats compreses entre 22 i 40 anys, amb agudesa visual de 20/25 a cada ull i sense estrabismes, ambliopia, patologies oculars ni història de cirurgia anterior. Es van realitzar els exàmens en un mateix dia per dos optometristes experimentats. Es van realitzar set tests diferents: el cover test estimat, el cover tests objectiu amb prismes, el cover tests subjectiu amb prismes, el Von Graefe amb un tests continu, el Von Graefe amb un tests presentat amb intermitentment, el Thorington i el Thorington modificat. Els resultats van donar que el més repetitiu i amb major correlació és el Thorington modificat i el segon el cover test subjectiu amb prismes. Els menys repetitius van ser el Von Graefe.

3. OBJECTIUS

El principal objectiu d'aquest treball és realitzar un estudi sobre la repetibilitat i la reproductibilitat d'un dels paràmetres clínics més importants de la visió binocular en l'àmbit de la optometria, les fòries. En concret, l'estudi es basa en la mesura de la fòria horitzontal en visió propera en una mostra d'estudiants universitaris joves, utilitzant sis mètodes subjectius:

- Von Graefe amb foròpter i test d'una lletra
- Von Graefe amb foròpter i tests d'una línia
- Von Graefe amb barra de prismes i test d'una lletra
- Cover Test subjectiu
- Barnilla de Maddox
- Thorington Modificat

En primer lloc, la repetibilitat de les mesures es determinarà comparant els resultats obtinguts per un mateix examinador al realitzar les proves en dues sessions diferents de mesura, separades temporalment entre 7 i 10 dies. Aquest anàlisi permetrà saber la variabilitat en les mesures induïdes pel subjecte.

En segon lloc, la reproductibilitat de les mesures es determinarà comparant els resultats obtinguts per dos examinadors diferents, en la mateixa mostra, el mateix dia i utilitzant la mateixa metodologia. Aquest anàlisi permetrà saber la variabilitat de les mesures induïdes per l'examinador.

Amb aquets dos objectius es pretén conèixer quin o quins són els mètodes més repetitius i reproductius, i quins no ho són, per tal de facilitar la selecció de proves en la pràctica clínica.

4. MÈTODE EXPERIMENTAL

En aquest apartat es parlarà de la organització per realitzar aquest treball: la mostra seleccionada, els instruments i material necessari per la part experimental, el protocol de mesura i l'anàlisi estadístic emprat.

4.1. SELECCIÓ DE LA MOSTRA

La mostra seleccionada per realitzar aquest treball són 54 estudiants de 3r curs del grau en Òptica i Optometria de Terrassa. Aquesta selecció es va fer al febrer del 2014.

Els requisits i les condicions que han de complir per formar part de l'estudi són:

- Edat compresa entre 20 i 25 anys.
- Agudesa visual monocular en visió propera igual a la unitat.
- Error refractiu entre -6.00 i +6.00 diòptries esfèriques i ≤ 3 diòptries cilíndriques.
- No presentar història d'estrabisme o ambliopia
- No presentar història de patologies oculars.
- No haver estat sotmès a cap cirurgia ocular

4.2. MATERIAL

El material utilitzat per realitzar les proves de mesura de fòries laterals en visió propera és:

Bloc	Mètode	Material	
1	Von Graefe amb foròpter i test d'una lletra	·Foròpter ·Prismes de Risley ·Barra mil·limetrada del foròpter amb el suport del test	·Test d'una lletra d'AV 0,7
	Von Graefe amb foròpter i test de línia	·Làmpada per VP	·Test d'una línia de lletres d'AV 0,7
2	Von Graefe amb barra de prismes i test d'una lletra	·Regla RAF* ·Suport del test per la regla RAF	·Prisma de 6 ∇ BS
	Cover Test subjectiu amb barra de prismes	·Barra de prismes horitzontals ·Làmpada per VP	·Ocluser
3	Maddox tradicional amb barra de prismes	·Regla RAF ·Vareta de Maddox	·Suport per la llum puntual ·Barra de prismes
	Thorington modificat	·Llum puntual	·Suport per al test de Thorington ·Test Thorington modificat

Taula 2. Material utilitzat per cada prova. (*The Royal Air Force near point rule)

4.3. COMPROMÍS ÈTIC I SOCIAL

Per a la realització d'aquest treball s'ha tingut en compte aspectes ètics i legals, ja que l'estudi que s'ha realitzat ha estat amb éssers humans. Els principis ètics i legals per a les investigacions mèdiques en éssers humans es troben a la Declaració de Helsinki de l'Associació Mèdica Mundial (AMM)²⁰.

Un aspecte legal important és la protecció de dades de cada pacient, durant la realització d'aquest treball s'ha complert, d'acord amb la normativa espanyola, la "Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal"²¹.

Les proves a realitzar no són invasives, tot i així s'ha d'explicar a cada persona que participa en l'estudi, de què es tracta, per tant, abans de la realització d'aquestes proves cada pacient ha de llegir i signar un document anomenat "consentiment informat", que es pot veure al ANNEX I.

4.4. PROTOCOL DE MESURA

Una vegada signat el consentiment informat, es realitzen les proves prèvies per saber si compleixen els requisits per formar part de l'estudi, la fitxa d'exclusió es troba al ANNEX II.

Una vegada superats els requisits previs, el pacient passa al gabinet i se li realitzen les proves en ordre aleatori. Així, les sis proves que s'han de dur a terme estan dividides en tres blocs, i l'ordre de realització dels blocs és aleatori per a cada individu. Les fitxes d'anotació dels resultats de les mesures ja estan dissenyades prèviament, i en cada una s'indica el nom del examinador, el nom del subjecte, el número de sessió i la data. Un exemple de les fitxes es troben al ANNEX III.

Consideracions prèvies:

- El pacient en tot moment ha d'estar en les seves condicions visuals habituals en visió de prop: ulleres, lents de contacte o res.
- La il·luminació de les proves és de 450-500 lux per als mètodes dels blocs 1 i 2, i de 30-50 lux per als mètodes del bloc 3.
- Els tests de visió propera han de ser d'agudesa visual (AV) 0,7, per tal de que per a tots els optotips que s'han d'utilitzar en els diferents mètodes fossin de la mateixa mida, les lletres utilitzades s'han hagut de calcular i dissenyar prèviament per nosaltres. Tipologia de lletra utilitzada Times New Roman, mida 4,5.
- Cada examinador ha dut a terme sempre les proves en el mateix gabinet, que complien les mateixes condicions de il·luminació entre ells i s'ha utilitzat el mateix material.
- Les instruccions s'han de donar de manera acurada en tot moment, per tal de que els resultats siguin més vàlids.

A continuació es mostren els passos a seguir de les proves de cada un dels blocs:

Bloc 1:**- Von Graefe amb foròpter i test d'una lletra**

Totes les llums del gabinet i la làmpada del foròpter han d'estar enceses durant la prova per garantir la il·luminació adequada.

Amb el pacient assegut i en condicions visuals habituals, col·locar el foròpter davant seu, seguidament ajustar la distància interpupil·lar (DIP) en visió de lluny i moure les palanques per col·locar-la en visió propera.

Situar el test d'una lletra d'AV 0,7 a 40 cm a la barra del foròpter i amb els prismes de Risley del foròpter, posar la l'ull dret 15∇BN (desplaça la imatge cap a la dreta) i a l'ull esquerre 8∇BS (desplaça la imatge cap a sota).

Se li donen les instruccions al pacient: Demanar si veu dues lletres, una a dalt a la dreta i una altra a baix a l'esquerra, quan les vegi ha de mirar la de sota, mantenint-la nítida en tot moment, i avisar al examinador quan la de sobre estigui alineada amb la de sota. Fer una prova de moviment de la imatge superior per assegurar que el pacient entén el que ha de fer i un cop te clar el que ha de fer, es mou el prisma de l'ull dret des dels 15 prismes de base nasal cap als prismes de base temporal a una velocitat moderada (aproximadament $2 \Delta/\text{seg}^{19}$) fins que el pacient indiqui que les veu alineades una damunt de l'altra. La quantitat de prisma que proporciona la alineació de les imatges és el resultat de la fòria que presenta el subjecte, s'ha d'especificar la base prismàtica.

Un cop alineades, tapar l'ull dret, tornar a col·locar els 15∆BN, obrir l'ull dret, explicar que tornem a repetir la prova i assegurar que torna a veure les dues imatges.

Repetir la mesura tres vegades consecutives i anotar els tres resultats obtinguts a la fitxa.

- Von Graefe amb foròpter i test d'una línia de lletres

Aquesta prova és similar a l'anterior, i aquesta és la metodologia de referència en tots els llibres de texts quan es descriu Von Graefe.

Amb el pacient assegut i en condicions visuals habituals, col·locar el foròpter davant seu, seguidament ajustar la DIP en VL i moure les palanques per col·locar la DIP en VP. Es col·loca a la distància de 40cm el test d'una línia de 10 lletres verticals d'AV 0,7. Amb els prismes de Risley del foròpter, posar la l'ull dret 15∇BN i a l'ull esquerre 8∇BS.

Es torna a donar noves instruccions al pacient: Demanar si veu les dues columnes de lletres separades, una imatge a dalt a la dreta i l'altra a baix a l'esquerra, quan les vegi ha de mirar la de sota, mantenint-la nítida en tot moment, i avisar al examinador quan

vegi la imatge de sobre alineada amb la de sota. Un cop el pacient te clar el que ha de fer, es mou el prisma de l'ull dret des dels 15 prismes de base nasal cap als prismes de base temporal fins que el pacient indiqui que les veu alineades, la quantitat de prisma que proporciona la alineació de les imatges és el resultat de la fòria que presenta el subjecte, s'ha d'especificar la base prismàtica.

Un cop alineades, tapar l'ull dret, tornar a col·locar els 15 Δ BN, obrir l'ull dret, explicar que tornem a repetir la prova i assegurar que torna a veure les dues columnes de lletres.

Repetir la mesura tres vegades consecutives i anotar els tres resultats obtinguts a la fitxa.



Figura 7. Mètode de Von Graefe amb foròpter

Bloc 2:

- Von Graefe amb barra de prismes i test d'una lletra

Totes les llums del gabinet i la làmpada del foròpter han d'estar enceses durant la prova per garantir la il·luminació adequada.

El pacient assegut i amb les condicions habituals de refracció, se li col·loca el regle RAF recolzat a la barbata i se li demana que l'aguantant horitzontalment amb la mà dreta. Se

li dóna un prisma de 6 ∇ BS per que se'l col·loqui a l'ull esquerre amb l'ajuda de la mà esquerra. A la distància de 40cm es posa un test d'una lletra d'AV 0,7 i es col·loca la barra de prismes a l'ull dret, amb 15 ∇ BN, observant una imatge a dalt a la dreta, vista amb l'ull dret, i una imatge a baix a l'esquerra, vista amb l'ull esquerra.

Se li donen les instruccions al pacient: De les dues lletres que ha de veure, ha de mirar la de sota, mantenint-la nítida i avisar al examinador quan vegi la de sobre alineada amb la de sota.

Un cop el pacient te clar el que ha de fer, es mou la barra de prismes de l'ull dret des dels 15 Δ BN cap al 0 (es disminueix lentament la potència prismàtica), i en cas que encara no vegi alineades les dues imatges, rotar la barra de prismes per seguir mesurant amb prismes de base temporal, fins que el pacient indiqui que veu les imatges de les dues lletres alineades una damunt de l'altre. En el cas que no ho vegi alineat, però indiqui que la imatge passa d'un costat a l'altre s'anota el interval dels dos prismes per fer la mitja.

Repetir la mesura tres vegades consecutives i anotar els tres resultats obtinguts a la fitxa.

Figura 8. Mètode de Von Graefe amb barra de prismes i test d'una lletra

- CT subjectiu amb barra de prismes

Totes les llums del gabinet i la làmpada del foròpter han d'estar enceses durant la prova.

El pacient assegut i amb les condicions habituals de refracció se li col·loca el regle RAF recolzat a la barbata i se li demana que l'aguanti horitzontalment. A la distància de 40cm es posa un test d'una lletra d'AV 0,7 que esta situada dins d'un rectangle.

Es col·loca la barra de prismes a 18 diòptries prismàtiques de base nasal sobre l'ull dret, i amb l'altre mà es realitza el cover test alternant (ocluint i desocluint alternadament els dos ulls). Es demana al pacient si percep moviment del test just després de destapar un dels ulls i si percep moviment, que indiqui en quina direcció. La resposta esperada és que sí i en la mateixa direcció que l'oclusor.

Se li donen les instruccions al pacient: Mentre es disminueix la quantitat de diòptries prismàtiques el pacient ha d'estar atent, doncs ha d'avisar quan percep que la imatge deixa de moure's. Seguidament continuar disminuint els prismes fins que el pacient indiqui que les imatges es tornen a moure. Aquest mètode de mesura de fòria ens dóna dos valors d'anotació. Un valor màxim i l'altre mínim. En alguns casos el valor màxim i mínim coincideix.

Repetir la mesura tres vegades consecutives i anotar els valors dels intervals màxim i mínim a la fitxa.

Figura 9. Mètode del cover test subjectiu

Bloc 3:

- Maddox tradicional amb barra de prismes

En aquest cas el gabinet ha d'estar en baixa il·luminació (llum tènue), per assegurar que tan sols la llum del llum puntual intervé en la mesura.

Amb el pacient assegut i en condicions habituals se li dona la barra de Maddox amb les barres orientades horitzontalment a l'ull dret, que fa que la imatge d'un punt sigui vista com una línia vertical de color vermell i la subjecta el pacient amb la mà dreta. Es posa el regle RAF recolzat a la barbata del pacient i el llum puntual a 40 cm.

Se li donen les instruccions al pacient: Ha de veure un punt lluminós quan tapem l'ull dret on porta el filtre Maddox i una ratlla vertical de color vermell quan tapem l'ull esquerre. Fixant-se tota la estona en el punt, ha d'indicar on veu la ratlla respecte al punt (a la dreta, a l'esquerra o damunt del punt). És important donar unes bones instruccions, sobretot per fixar-se en el punt.

Si el pacient indica que la línia vermella es veu a la dreta de la llum, es col·loca la barra de prismes a l'ull dret (on està el Maddox) orientada amb les bases temporals, per poder fer la mesura, i si la línia és vista a l'esquerra, la barra de prismes s'ha d'orientar amb les bases nasals per poder fer la mesura. Seguidament es va augmentant el prisma fins que el pacient indiqui que la ratlla coincideix exactament damunt del punt. En el cas de veure la línia vermella alineada amb la llum sense haver d'anteposar cap prisma, indica que estem davant de la condició d'ortofòria.

Repetir la mesura tres vegades consecutives i anotar els tres valors a la fitxa.

Figura 10. Mètode de Maddox tradicional

- Thorington modificat

El gabinet ha d'estar en baixa il·luminació (llum tènue), per assegurar que tan sols la llum del llum puntual intervé en la mesura.

Amb el pacient assegut i en condicions habituals se li dona la barra de Maddox amb les barres orientades horitzontalment a l'ull dret, que fa que la imatge d'un punt sigui vista com una línia vertical de color vermell, el pacient aguanta la barra amb la mà dreta. Es posa el regle RAF recolzat a la barbata del pacient, amb el test de Thorington modificat i la seva llum puntual al centre, a la distància de 40 cm.

Se li donen les instruccions al pacient: Ha de veure un punt central al mig del test i una línia vermella vertical. Mantenint l'atenció en el punt central ha d'indicar on veu la línia vertical, a la dreta, a l'esquerra o sobre del punt, en el cas que la línia es percebi a la dreta o a l'esquerra, el subjecte ha d'indicar quin és el número que està més a prop de la línia.

Anotarem com a resultat el número i la direcció (dreta o esquerra).

Figura 11. Mètode de Thorington modificat

És molt important seguir el protocol de mesura per fer l'estudi de la repetibilitat i la reproductibilitat, ja que les mateixes mesures s'han de fer per dos examinadors i s'han de repetir per un d'ells, i ha de ser el més estricte possible per que l'estudi sigui vàlid.

Hi ha dues sessions de mesura, en la primera sessió els pacients són examinats per dos examinadors diferents, el que permetrà poder realitzar l'estudi de la variabilitat de l'examinador. En la segona sessió (una setmana després de la primera sessió) els mateixos pacients seran de nou examinats només per al examinador 2, i la comparació d'aquesta sessió amb la primera realitzada pel mateix examinador permetrà l'estudi de la variabilitat de subjecte.

Sessió 1	Sessió 2
Examinador 1	-
Examinador 2	Examinador 2

Taula 3. Distribució d'examinadors per sessions

Els resultats que s'obtenen de cada pacient no es veuen entre els examinadors i tampoc es veuen els resultats de la primera sessió al realitzar la segona sessió.

4.5. ANÀLISI ESTADÍSTIC

Per realitzar l'anàlisi estadístic de les dades obtingudes s'han emprat dos programes, l'Excel 2013 de Microsoft Office i el SPSS versió 22 de IBM.

Primer es van realitzar les bases de dades amb el programa Excel amb totes les dades de les dues sessions de mesura i dels dos examinadors, amb el promig i la desviació estàndard. A partir d'aquests, es van exportar les dades al programa SPSS i es van portar a terme el tractament estadístic i es van realitzar els gràfics corresponents.

Primer es va calcular el valor mig i la desviació estàndard de totes les mesures per cada examinador i sessió. Després, de cada mètode es va obtenir la mitjana, desviació estàndard i el coeficient de repetibilitat (definit com a la desviació estàndard multiplicat per 1,96) de tota la mostra.

Per comprovar que la mostra seleccionada fos normal, es va realitzar la prova de normalitat amb el test de Kolmogorov-Smirnov i unes representacions gràfiques de histogrames.

Els mètodes d'anàlisi estadístics que s'han utilitzat per establir els graus de repetibilitat de les proves han estat:

- El coeficient de concordança (CDC)
- La correlació de Pearson
- El coeficient de correlació interclasse (CCI)
- T-Student
- Bland and Altman

S'ha realitzat per a cada mètode d'anàlisi estadístic la reproductibilitat inter-examinador, amb els resultats de la primera sessió per l'examinador 1 i l'examinador 2, per tal de determinar l'efecte que té l'examinador al realitzar les proves, i la repetibilitat intra-examinador, amb els resultats de la primera sessió per l'examinador 2 i els resultats de la segona sessió pel mateix examinador, per tal de determinar l'efecte del subjecte.

5. RESULTATS

En aquest apartat es mostren els resultats obtinguts seguint la metodologia que s'ha descrit en l'apartat anterior. Primer es fa una descripció de la mostra seleccionada. Seguidament es realitza l'estudi descriptiu on es mostra la mitjana dels resultats, la desviació estàndard i el coeficient de repetibilitat (CDR), i el tests de Kolmogorov-Smirnov per determinar que la mostra és normal. Finalment es realitza l'anàlisi de repetibilitat per tots els mètodes: Coeficient de concordança (CDC), la correlació de Pearson, el coeficient de correlació interclasse (CCI), la T-Student, Bland and Altman i una representació gràfica amb barres d'error. A cada apartat s'estudia per una banda la reproductibilitat inter-examinador (entre els examinadors) i per l'altre la repetibilitat intra-examinador (entre els subjectes).

A la taula següent es mostren les abreviacions dels noms dels mètodes per la realització de taules i gràfiques que es mostraran en aquest apartat:

Abreviació	Nom del mètode complet
FOROP 1 LLETRA	Von Graefe amb foròpter i test d'una lletra
FOROP 1 LIN	Von Graefe amb foròpter i test d'una línia
VG BARRA 1 LLETRA	Von Graefe amb barra de prismes i test d'una lletra
CT BARRA	Cover Test subjectiu amb barra de prismes
MADDOX	Maddox tradicional amb barra de prismes
TM	Thorington modificat

Taula 4. Abreviació dels mètodes de mesura

A més, en aquest treball, hem donat signe negatiu a les exofòries i signe positiu a les endofòries.

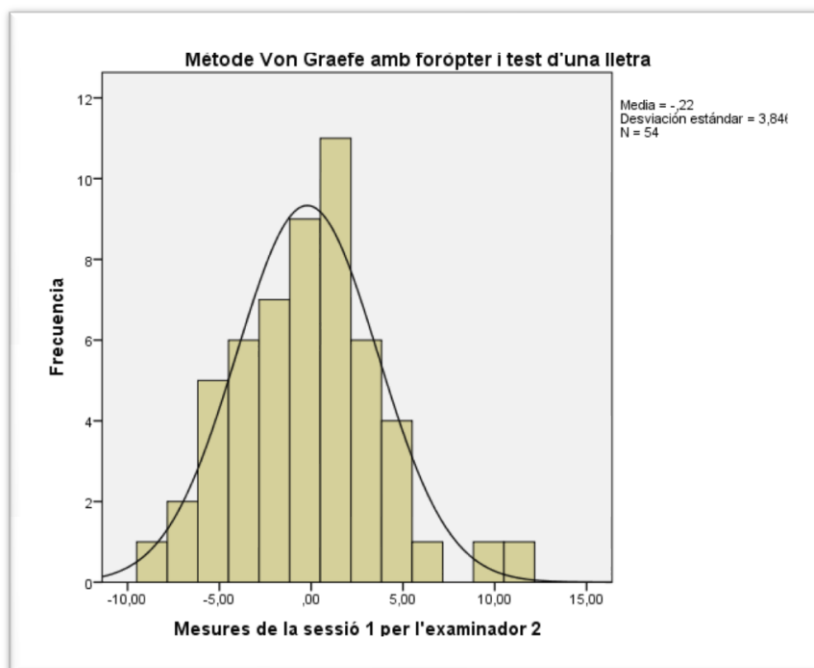
5.1. ANÀLISIS DESCRIPTIU

5.1.1. Descripció de la mostra

La mostra estudiada és una població de 54 individus, tots estudiants de 3r curs d'Òptica i Optometria de Terrassa. La edat mitjana de la mostra és de $21,94 \pm 1,61$ anys i són 8 nois (14,81%) i 46 noies (85,19%). El fet de que siguin moltes més noies que nois es deu al lloc on s'ha extret la mostra, ja que a la Facultat d'Òptica i Optometria de Terrassa hi ha moltes més noies estudiants que nois, però aquesta variable no creiem que afecti a la resta de l'estudi, ja que no hi ha cap evidència de relació entre el sexe dels subjectes i la fòria.

5.1.2. Descripció de les variables d'estudi

S'ha estudiat la distribució per a totes les proves, per comprovar que els resultats són normals i per tant que la mostra que ha participat en l'estudi té una distribució normal (Gràfica 1). La resta d'histogrames així com l'estudi de normalitat per la prova de Kolmogorov-Smirnov es troba al ANNEX IV. Això ens permet continuar amb la estadística descriptiva i paramètrica que teníem pensat utilitzar.



Gràfica 1. Histograma del mètode de Von Graefe amb foròpter i test d'una lletra, en la sessió 1 i per l'examinador 2

Per a cada sessió i examinador es realitza la mitjana, la desviació estàndard (Sd) i el coeficient de repetibilitat (CDR), que es mostren a la taula 2:

Mètode	Sessió 1 Examinador 1			Sessió 1 Examinador 2			Sessió 2 Examinador 2		
	Mitjana (Δ)	Sd (Δ)	CDR (Δ)	Mitjana (Δ)	Sd (Δ)	CDR (Δ)	Mitjana (Δ)	Sd (Δ)	CDR (Δ)
FOROP 1 LLETRA	-0,56	4,77	9,35	-0,22	3,85	7,54	0,25	5,10	10,00
FOROP 1 LIN	-6,72	6,02	11,80	-4,05	4,61	9,05	-3,99	5,77	11,32
VG BARRA 1 LLETRA	-2,45	3,84	7,53	-2,18	3,48	6,82	-1,72	4,09	8,02
CT BARRA	-3,64	3,57	6,99	-3,07	3,40	6,66	-2,41	3,46	6,78
MADDOX	-1,05	3,83	7,51	-0,62	3,64	7,14	-1,02	-0,97	9,15
TM	-0,96	3,52	6,90	-0,56	3,38	6,62	4,67	3,66	7,17

Taula 5. Mitjana, Sd i CDR per sessió i examinador

5.2. ANÀLISIS DE REPETIBILITAT DE TOTS ELS MÈTODES

En aquest apartat es realitzen diferents estudis de la variabilitat, tant la variabilitat inter-examinador (comparada per l'examinador 1 i l'examinador en la sessió 1) com la variabilitat intra-subjectes (comparada per la sessió 1 i la sessió 2 realitzades per l'examinador 2).

Es realitza el coeficient de concordança, la correlació de Pearson, el coeficient de correlació interclasse (CCI), la comparació de mitjanes per la T-Student i el Bland and Altman.

5.2.1. Coeficient de concordança (CDC)

El coeficient de concordança (CDC) es defineix com 1,96 multiplicat per la desviació estàndard de la diferència entre mètodes. Quan més petit és el CDC és més repetible. A la taula 6 es mostren els resultats obtinguts.

Mètode	Examinadors (E1-E2)			Sessions (S1-S2)		
	Diferència (Δ)	Sd (Δ)	CDC (Δ)	Diferència (Δ)	Sd (Δ)	CDC (Δ)
FOROP 1 LLETRA	0,34	3,27	6,40	0,24	3,18	6,22
FOROP 1 LIN	2,67	3,92	7,69	0,06	3,53	6,91
VG BARRA 1 LLETRA	0,29	3,12	6,11	0,46	2,69	5,28
CT BARRA	0,57	1,89	3,71	0,65	2,38	4,67
MADDOX	0,43	2,26	4,44	-0,41	3,03	5,94
TM	0,41	1,83	3,59	-0,41	1,81	3,56

Taula 6. CDC per examinador i sessions. Les caselles verdes són els que obtenen el millor coeficient de concordança (més repetible), mentre que les caselles taronges són els que obtenen el pitjor coeficient de concordança (menys repetible).

5.2.2. Correlació de Pearson

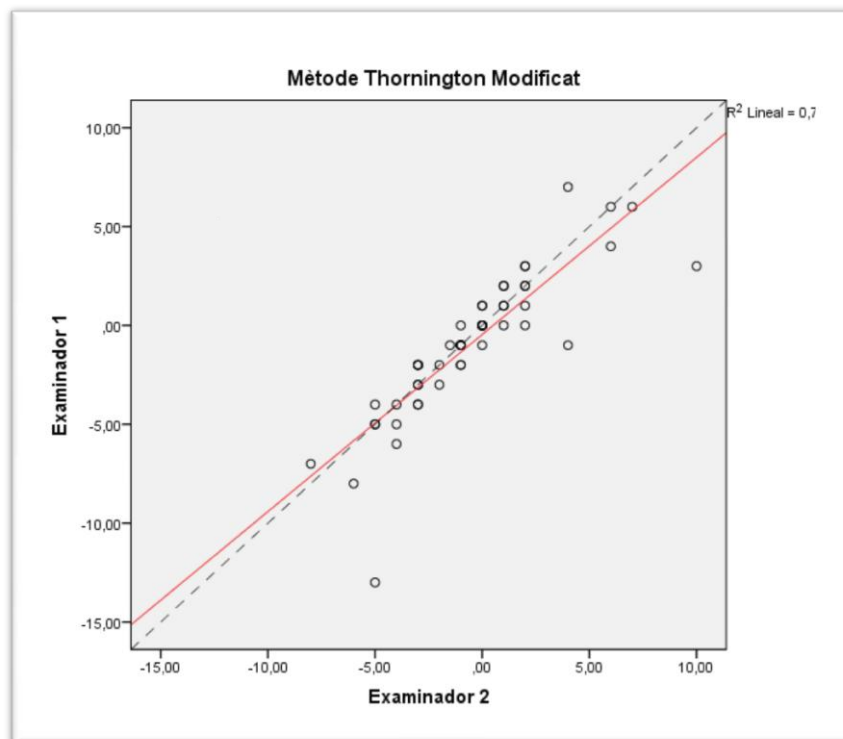
El coeficient de correlació de Pearson oscil·la de 0 a ± 1 . Quan aquest valor és més proper a ± 1 , més bona correlació hi ha, no obstant, aquest valor no és un bon indicador de la repetibilitat, ja que encara que sigui proper a 1, pot ser que la dispersió de punts en la gràfica estigui desplaçada. En estudis clínics es considera que hi ha una bona correlació a partir de 0,8.

A la taula 7 es mostren els resultats de la correlació de Pearson obtinguts:

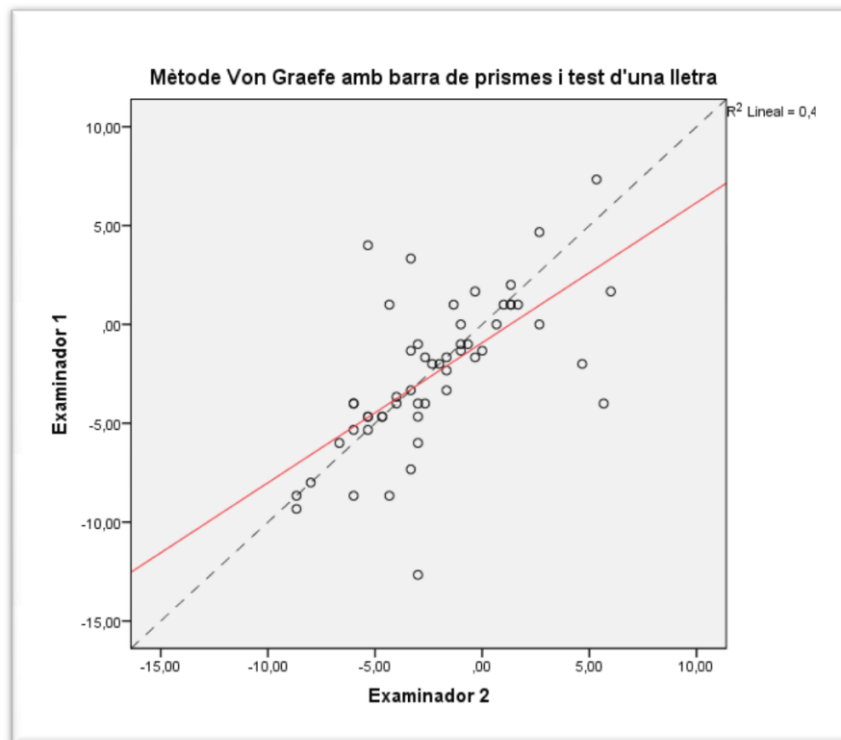
Mètode	Correlació de Pearson	
	Examinadors	Sessions
FOROP 1 LLETRA	0,73*	0,78*
FOROP 1 LIN	0,75*	0,79*
VG BARRA 1 LLETRA	0,64*	0,76*
CT BARRA	0,85*	0,76*
MADDOX	0,82*	0,76*
TM	0,86*	0,87*

Taula 7. Correlacions de Pearson per examinadors i sessions (* la correlació és significativa). Les caselles verdes són les que tenen una bona correlació (>0,8), la casella taronja és la correlació més baixa que s'ha obtingut.

Entre examinadors, la millor correlació la obté el mètode de Thorington modificat (Gràfica 2), seguit pel cover tests subjectiu i el Maddox tradicional. Com a pitjor correlació obtenim la del Von Graefe amb barra de prismes i test d'una lletra (Gràfica 3). A continuació es mostren les gràfiques de la millor i la pitjor correlació, la resta de gràfiques estan al ANNEX V.

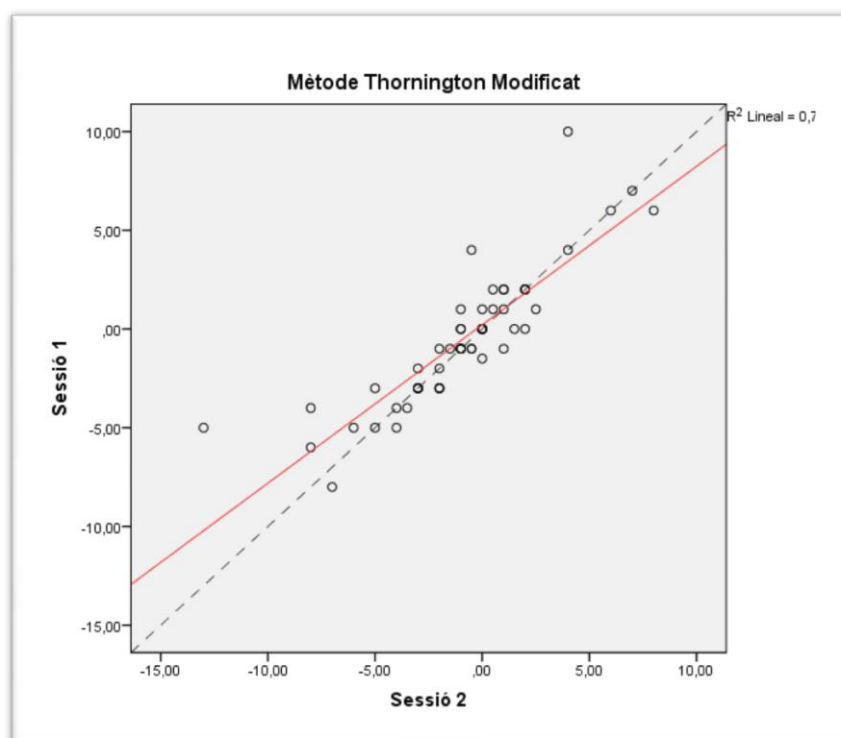


Gràfica 2. Correlació de Pearson del mètode Thorington modificat entre examinadors



Gràfica 3. Correlació de Pearson del mètode Von Graefe amb barra de prismes i test d'una lletra entre examinadors

Entre subjectes, la millor correlació s'ha obtingut pel Thorington modificat (Gràfica 4). La resta de mètodes els valors són molt pròxim entre ells, sense destacar cap que sigui el pitjor. A continuació es mostra la gràfica del millor mètode, i la resta es troben al ANNEX V.



Gràfica 4. Correlació de Pearson del mètode Thorington modificat entre sessions

5.2.3. Coeficient correlació interclasse (CCI)

El coeficient de correlació interclasse (CCI) és un valor que oscil·la entre el 0 i l'1, quan més proper a 1, la variabilitat és menor, per tant hi ha millor repetibilitat. A la taula següent es mostren els graus de repetibilitat segons el valor que s'obté.

Valor CCI	Grau de repetibilitat
>0.91	Molt bo
0.71-0.90	Bo
0.51-0.70	Moderat
0.31-0.50	Mediocre
<0.30	Dolent

Taula 8. Grau de repetibilitat per el coeficient de correlació interclasse²²

A la taula 9 es mostren els resultats obtinguts en aquest estudi:

Mètode	Coeficient de correlació interclasse (CCI)	
	Examinadors	Sessions
FOROP 1 LLETRA	0,834	0,859
FOROP 1 LIN	0,846	0,872
VG BARRA 1 LLETRA	0,779	0,856
CT BARRA	0,920	0,863
MADDOX	0,899	0,849
TM	0,924	0,929

Taula 9. CCI per examinador i sessió. Les caselles verdes són les que tenen un molt bon grau de repetibilitat (>0,91)

Segons la taula 8 del grau de repetibilitat, per examinadors, els mètodes del Thorington modificat i el cover test subjectiu són molt bons (majors a 0,91). La resta de mètodes tenen valors bons (entre 0,71 i 0,90). Per subjectes, el mètode de Thorington és el que té un valor molt bo (major a 0,91). La resta de mètodes tenen valors bons (entre 0,71 i 0,90).

Cap resultat és més baix de 0,71, per tant els resultats en general són bons.

5.2.4. T-Student

S'ha realitzat un anàlisi comparant mostres relacionades (ja que són els mateixos observadors que s'han sotmès a proves diferents). A la taula 10 es mostra pels diferents mètodes la diferència en diòptries prismàtiques (Δ) tant per examinadors com per sessions (observadors), i si aquesta diferència és estadísticament significativa o no.

Mètode	Examinadors		Sessions	
	Diferència (Δ)	P	Diferència (Δ)	P
FOROP 1 LLETRA	-0,34	0,448	-0,24	0,580
FOROP 1 LIN	-2,67	0,001	-0,06	0,898
VG BARRA 1 LLETRA	-0,29	0,497	-0,46	0,218
CT BARRA	-0,57	0,030	-0,65	0,048
MADDOX	-0,43	0,166	0,41	0,328
TM	-0,40	0,116	0,41	0,105

Taula 10. T-Student per examinador i sessió. La casella vermella és la diferència més alta. Les caselles taronges són les que tenen la $P < 0,05$.

La $P < 0,05$ ens indica que la diferència obtinguda és estadísticament significativa, és a dir, que la diferència trobada no ha estat fruit de l'atzar, sinó que ha hagut algun motiu pel qual s'han obtingut aquets resultats.

Segons l'anàlisi, han hagut tres diferències estadísticament significatives, que han estat produïdes per algun motiu:

En el cas del Von Graefe amb foròpter i test d'una línia, la diferència entre examinadors ha estat de $-2,67\Delta$, amb una $P=0,001$, és a dir que en aquest cas, el motiu ha estat clarament l'examinador. A més, clínicament aquesta diferència és significativa, ja que el valor prismàtic és aproximadament $2,50\Delta$.

En el cas del cover test subjectiu, tant la diferència entre examinadors com entre subjectes ha estat estadísticament significativa. Per examinadors, la diferència és de $-0,57\Delta$, i per subjectes ha estat de $-0,65\Delta$. Clínicament no és significatiu, ja que el valor prismàtic és aproximadament $0,5\Delta$.

L'observador varia poc en promig, però s'ha de veure com respon tota la mostra si mirem una mica més als individus.

5.2.5. Bland and Altman

Aquest mètode està basat en la representació gràfica, on hi ha representats tots els punts, una línia que representa la diferència promig entre les dues mesures i dues línies superiors i inferiors que representen d'interval de confiança d'aquesta diferència, definit com $\pm 1,96 \times Sd$ de la diferència.

A la taula 11 es mostren les dades per examinadors, i a la taula 12 les dades per sessions per realitzar els gràfics de Bland and Altman.

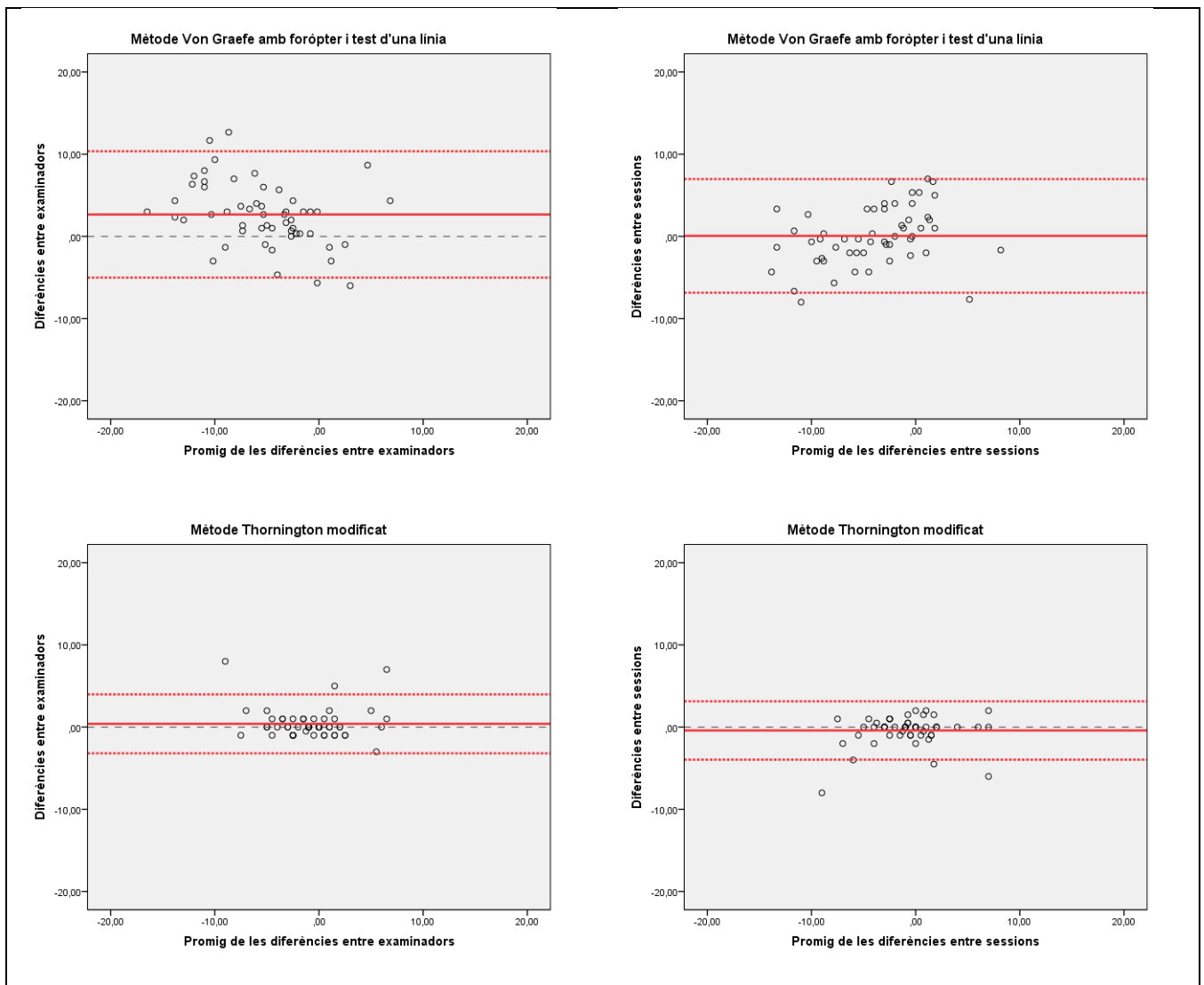
Mètode	Examinadors				
	Mitjana de les diferències (Δ)	Desviació estàndard Sd (Δ)	IC (95%)		
			Límit inferior (Δ)	Límit superior (Δ)	Ample total (Δ)
FOROP 1 LLETRA	0,34	3,27	-6,06	6,74	12,8
FOROP 1 LIN	2,67	3,92	-5,02	10,35	15,37
VG BARRA 1 LLETRA	0,29	3,12	-5,82	6,40	12,22
CT BARRA	0,57	1,89	-3,14	4,29	7,43
MADDOX	0,43	2,26	-4,00	4,87	8,87
TM	0,40	1,83	-3,19	3,99	7,18

Taula 11. Dades examinadors per Bland and Altman. La casella verda és la que té l'ample total del IC més petit, mentre que la casella taronja és el que té l'ample total del IC més gran.

Mètode	Sessions				
	Mitjana de les diferències (Δ)	Desviació estàndard Sd (Δ)	IC (95%)		
			Límit inferior (Δ)	Límit superior (Δ)	Ample total (Δ)
FOROP 1 LLETRA	0,24	3,18	-5,98	6,47	12,45
FOROP 1 LIN	0,06	3,53	-6,85	6,97	13,82
VG BARRA 1 LLETRA	0,46	2,69	-4,82	5,73	10,55
CT BARRA	0,65	2,38	-4,01	5,32	9,33
MADDOX	-0,41	3,03	-6,35	5,54	10,89
TM	-0,41	1,81	-3,96	3,15	7,11

Taula 12. Dades sessions per Bland and Altman. La casella verda és la que té l'ample total del IC més petit, mentre que la casella taronja és el que té l'ample total del IC més gran.

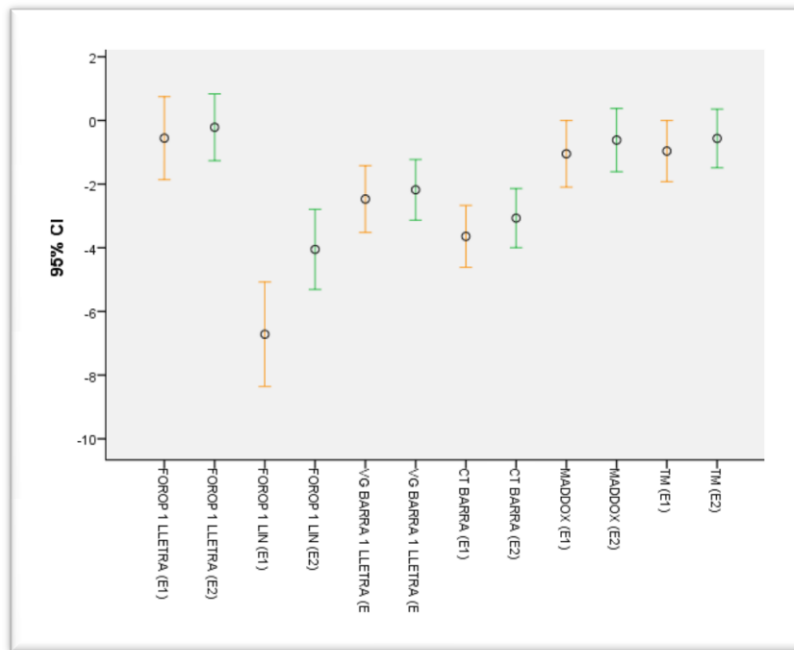
A la gràfica 5 es mostren les gràfiques de dos mètodes. El mètode de Von Graefe amb foròpter i test d'una línia, que és el que té menys repetibilitat tant si es comparen els examinadors com els subjectes. I el mètode de Thorington modificat, que és el que té més repetibilitat tant si es comparen els examinadors com els subjectes. La resta de gràfiques pels altres mètodes es troben al ANNEX VI.



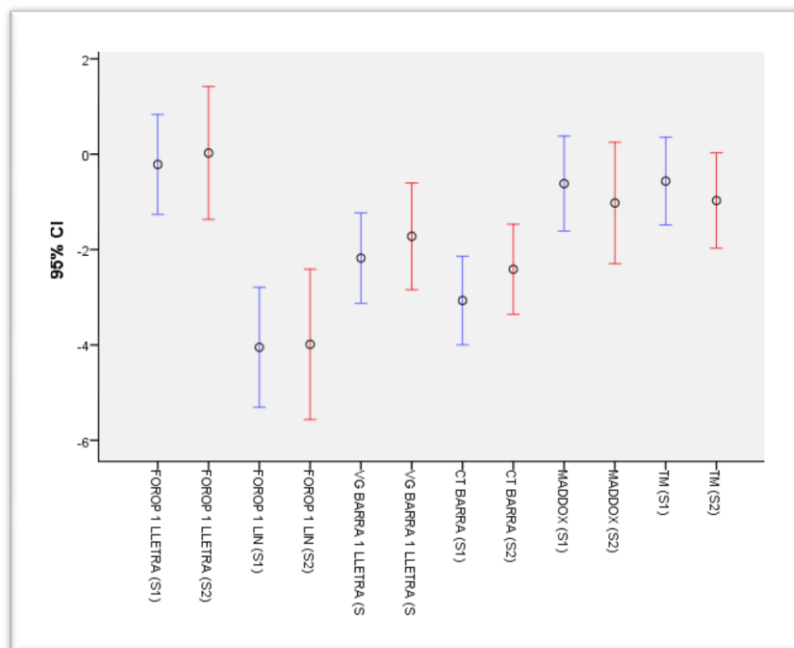
Gràfica 5. Bland and Altman. A dalt, el mètode de Von Graefe amb foròpter i tests d'una línia (per examinador a l'esquerra i per sessió a la dreta). A baix, el mètode de Thornton modificat (per examinador a l'esquerra i per sessions a la dreta).

5.2.6. Representació gràfica amb barres d'error

A continuació es mostren dues representacions gràfiques amb barres d'error (gràfiques 6 i 7).



Gràfica 6. Barres d'error per examinadors. Taronja: examinador 1; verd: examinador 2. Cada parella de taronja-verd és un mètode.



Gràfica 7. Barres d'error per sessió. Blau: sessió 1; vermell: sessió 2. Cada parella de blau-vermell és un mètode

5.2.7. Quadre resum

A les taules 13 i 14 es mostra un quadre resum amb tots els valors obtinguts.

Mètode	Examinadors					
	CDC (Δ)	Correlació de Pearson	CCI	Mitjana de les diferències (Δ)	P de la T-Student	Ample del IC de Bland and Altman (Δ)
FOROP 1 LLETRA	6,40	0,73	0,834	0,34 \pm 3,27	0,448	12,8
FOROP 1 LIN	7,69	0,75	0,846	2,67 \pm 3,92	0,001	15,37
VG BARRA 1 LLETRA	6,11	0,64	0,779	0,29 \pm 3,12	0,497	12,22
CT BARRA	3,71	0,85	0,920	0,57 \pm 1,89	0,030	7,43
MADDOX	4,44	0,82	0,899	0,43 \pm 2,26	0,166	8,87
TM	3,59	0,86	0,924	0,40 \pm 1,83	0,116	7,18

Taula 13. Quadre resum comparant examinadors. Les caselles verdes són les que obtenen millor repetibilitat. Les caselles taronges són les que obtenen pitjor repetibilitat.

El mètode més repetitiu entre examinadors és el Thorintong modificat, mentre que el menys repetitiu és el Von Graefe amb foròpter i test d'una línia.

Mètode	Sessions					
	CDC (Δ)	Correlació de Pearson	CCI	Mitjana de les diferències (Δ)	P de la T-Student	Ample del IC de Bland and Altman (Δ)
FOROP 1 LLETRA	6,22	0,78	0,859	-0,24 \pm 3,18	0,580	12,45
FOROP 1 LIN	6,91	0,79	0,872	-0,06 \pm 3,54	0,898	13,82
VG BARRA 1 LLETRA	5,28	0,76	0,856	-0,46 \pm 2,69	0,218	10,55
CT BARRA	4,67	0,76	0,863	-0,65 \pm 2,38	0,048	9,33
MADDOX	5,94	0,76	0,849	0,41 \pm 3,03	0,328	10,89
TM	3,56	0,87	0,929	0,41 \pm 1,81	0,105	7,11

Taula 14. Quadre resum comparant sessions. Les caselles verdes són les que obtenen millor repetibilitat. Les caselles taronges són les que obtenen pitjor repetibilitat.

El mètode més repetitiu entre subjectes és el Thorintong modificat, mentre que el menys repetitiu és el Von Graefe amb foròpter i test d'una línia.

Els resultats coincideixen tant per examinadors com per subjectes.

5.3. PUNTS D'INTERÈS

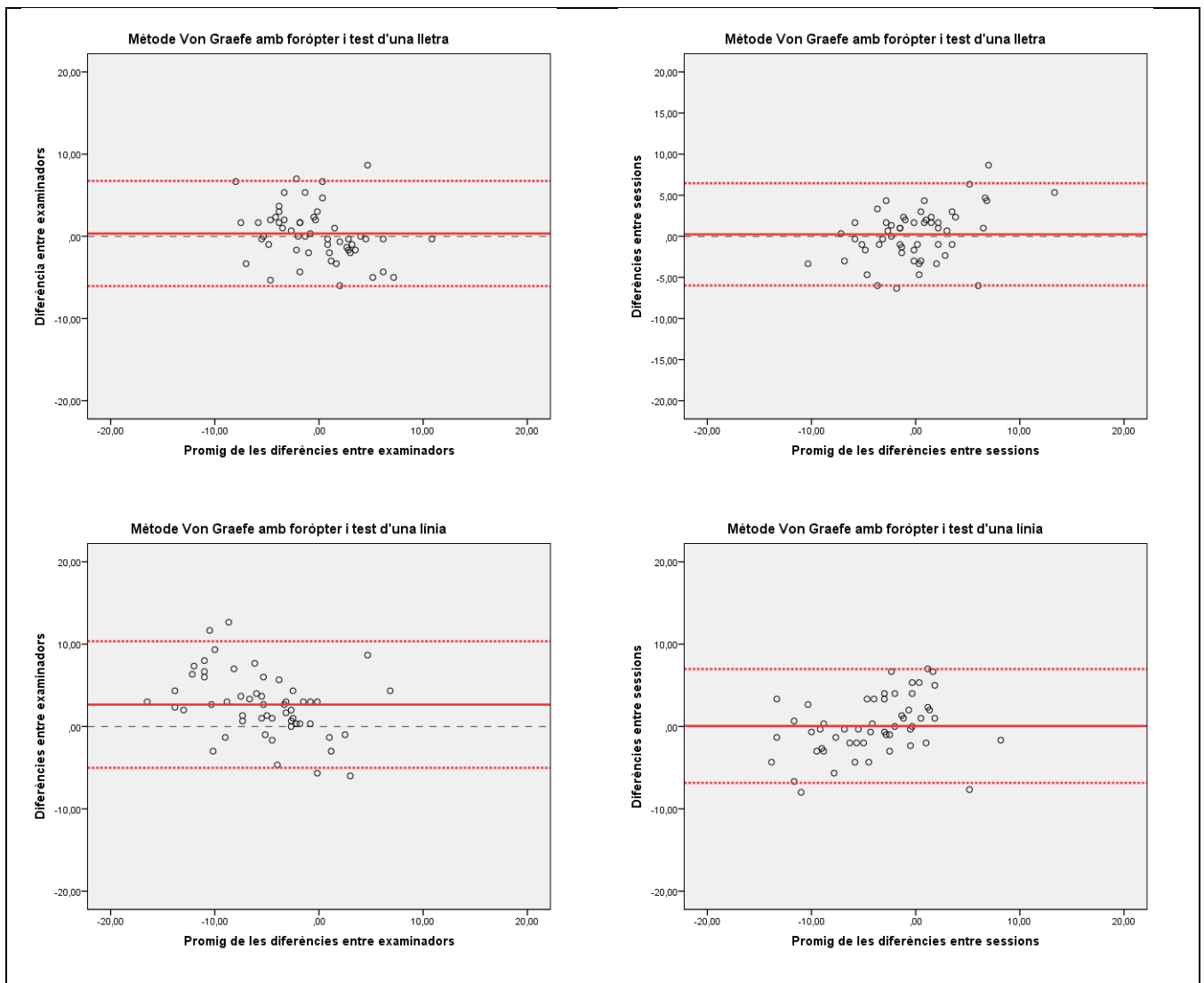
En aquest punt es tracten dos factors interessants d'estudiar: l'efecte que té el disseny del optotip i l'efecte que provoca el foròpter en la mesura de les fòries.

5.3.1. Efecte del disseny del optotip

Es comparen els resultats de dos mètodes de Von Graefe amb foròpter, però un utilitzant un test d'una lletra, i l'altre utilitzant un test d'una línia de lletres (taula 15), a la gràfica 8 es mostren les representacions gràfiques de Bland and Altman per aquets mètodes.

Mètode	Examinadors		Sessions	
	Mitjana de les diferències (Δ)	Ample del IC de Bland and Altman (Δ)	Mitjana de les diferències (Δ)	Ample del IC de Bland and Altman (Δ)
FOROP 1 LLETRA	0,34±3,27	12,8	-0,24±3,18	12,45
FOROP 1 LIN	2,67±3,92	15,37	-0,06±3,54	13,82

Taula 15. Efecte del disseny del optotip per examinador i sessió.



Gràfica 8. Bland and Altman. Comparació dels resultats segons el tipus de test utilitzat

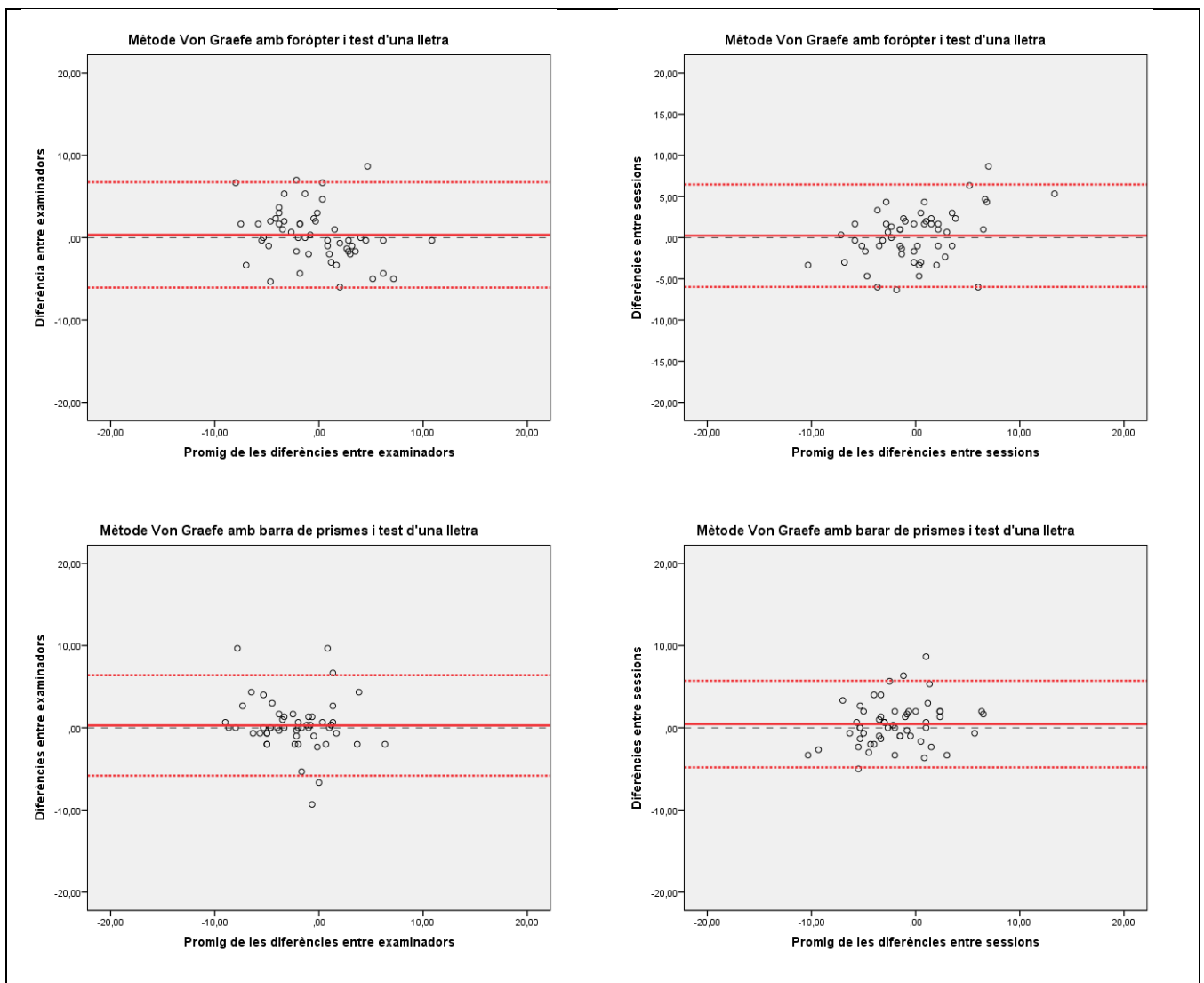
Hi ha menor variabilitat entre examinadors i entre subjectes utilitzant el mètode de Von Graefe amb foròpter i l'optotip d'una lletra en comptes d'una línia de lletres.

5.3.2. Efecte del foròpter

Es comparen els resultats de dos mètodes de Von Graefe amb el mateix test d'una lletra, però un utilitzant foròpter, i l'altre una barra de prismes (taula 16). A la gràfica 9 es mostren les representacions gràfiques de Bland and Altman per aquets mètodes

Mètode	Examinadors		Sessions	
	Mitjana de les diferències (Δ)	Ample del IC de Bland and Altman (Δ)	Mitjana de les diferències (Δ)	Ample del IC de Bland and Altman (Δ)
FOROP 1 LLETRA	0,34±3,27	12,8	-0,24±3,18	12,45
VG BARRA 1 LLETRA	0,29±3,12	12,22	-0,46±2,69	10,55

Taula 16. Efecte del foròpter per examinador i sessió.



Gràfica 9. Bland and Altman. Comparació dels resultats segons si és amb foròpter o amb barra de prismes

Hi ha menor variabilitat entre examinadors i entre subjectes utilitzant el mètode de Von Graefe amb l'optotip d'una lletra i sense foròpter que amb el foròpter.

6. DISCUSSIÓ

El principal objectiu d'aquest treball és veure la repetibilitat i la reproductibilitat de la mesura de les fòries en visió propera segons la variabilitat entre examinadors i la variabilitat entre els subjectes.

En aquest apartat es valoren els resultats de l'estudi i es comparen amb els resultats d'altres estudis de diferents autors que també han estudiat la repetibilitat o reproductibilitat de la mesura de les fòries amb diferents mètodes de mesura.

- Reproductibilitat inter-examinador

Sobre la repetibilitat dels mètodes entre els examinadors, els resultats obtinguts han sigut que el mètode més repetible és el mètode de Thorington modificat (CDC=3,59Δ, CCI=0,924, ample de IC del Bland and Altman = 7,18Δ). El menys repetible ha estat el mètode de Von Graefe amb foròpter i test d'una línia de lletres (CDC=7,65Δ, $P < 0,05$ i ample del IC del Bland and Altman = 15,37Δ).

Si s'analitza la mitjana de les diferències, es pot veure que en gairebé tots els casos aquesta mitjana és petita, aproximadament 0,50Δ, que des de el punt de vista clínic no és important, i en la majoria dels mètodes tampoc hi ha significació estadística. Tan sols quan s'estudia el resultat amb el mètode de Von Graefe amb foròpter i test d'una línia de lletres, la diferència entre els examinadors és més elevada de $2,67 \pm 3,92\Delta$ ($P=0,001$). A més a més, en aquest cas, l'interval de confiança del Bland and Altman és clínicament inacceptable, ja que és de 15,37Δ, i això pot arribar a significar que examinar la fòria amb aquest mètode per dos examinadors diferents pot arribar a variar el resultat més de 15Δ.

Dir també que els mètodes de Von Graefe són els que tenen la variabilitat entre examinadors més gran quan comparem l'interval de confiança (IC) de Bland and Altman respecte als altres mètodes (Cover Test subjectiu, Barnilles de Maddox i Thorington modificat), que el tenen similars entre ells i més petits.

En l'estudi realitzat per Bill B. Rainey¹⁹ on s'estudia la reproductibilitat inter-examinador, s'obté una correlació de 0,91 per al cover tests subjectiu amb prismes, 0,74 per al Von Graefe i 0,92 per al Thorington modificat. Els valors obtinguts són molt similars als que s'han obtingut en aquest estudi, per tant en ambdós casos coincidim en que és més repetitiu i amb major correlació al realitzar l'examen dos examinadors diferents el mètode de Thorington modificat i el segon el mètode del cover test subjectiu amb prismes, i que el menys repetitiu és el Von Graefe.

- Repetibilitat intra-examinador

Sobre la repetibilitat dels mètodes entre els subjectes, els resultats obtinguts han sigut que el mètode més repetible és el de Thorington modificat (CDC = 3,56Δ, CCI=0,929, ample del IC del Bland and Altman = 7,11Δ). El menys repetible ha estat el mètode de Von Graefe amb foròpter i test d'una línia de lletres (CDC=6,91Δ, Ample del IC de Bland and Altman = 13,82Δ).

Si s'analitzen la mitjana de les diferències entre les sessions es pot veure que és petita. Considerem que una diferència propera a $0,50\Delta$ és clínicament no significativa i que estadísticament es no significativa en tots els casos excepte per el cover test subjectiu (però està prop de ser significativa). Si analitzem l'amplada del interval de confiança del Bland and Altman es veu que per el individu, la diferència entre les sessions pot superar les 10Δ en molts mètodes, sent especialment elevat en els basats en el mètode de Von Graefe.

Dir també que els mètodes de Von Graefe són els que tenen la variabilitat entre subjectes més gran quan comparem l'interval de confiança (IC) de Bland and Altman respecte als altres mètodes (Cover Test subjectiu, Barnilles de Maddox i Thorington modificat), que el tenen similars entre ells i més petits.

L'estudi realitzat per Elizabet Casillas¹⁸ en el qual comparen la repetibilitat entre sessions dels mètodes de Von Graefe, Maddox i Thorington, va trobar que les màximes diferències entre sessions eren de $1,7\Delta$ en el mètode de Von Graefe, comparat amb els de Maddox i Thorington modificat, no troba diferències estadísticament significatives entre les dues sessions. El resultat coincideix amb el d'aquest estudi, però les diferències obtingudes en aquest estudi són menors a $1,7\Delta$.

En els resultats obtinguts en la tesi doctoral de Beatriz Antona¹⁴ sobre la repetibilitat entre subjectes, s'obtenen els següents resultats: al mètode de Von Graefe, la mitjana és de $-1,09\pm 3,90\Delta$ i l'ample de l'interval de confiança de Bland and Altman és de $15,02\Delta$; al mètode de les Varnilles de Maddox, la mitjana és de $-1,08\pm 4,91\Delta$ i l'ample de l'interval de confiança de Bland and Altman és de $16,54\Delta$; al mètode de Thorington modificat la mitjana és de $0,22\pm 3,56\Delta$ i l'ample de l'interval de confiança de Bland and Altman és de $13,04\Delta$. Els resultats són similars als que s'han obtingut en aquest estudi, però en el nostre cas les mitjanes de les diferències han sigut aproximadament $0,50\Delta$ menys i els amplex de Bland and Altman han sigut aproximadament 5Δ menys.

A l'estudi realitzat per Howarth²³ on només es parla del mètode de Maddox, els resultats obtinguts són que les diferències entre les dues sessions és de $0,499\pm 0,43\Delta$. Aquest resultat és similar a l'obtingut en aquest treball.

- Altres observacions

El mètode més utilitzat clínicament i mètode de referència per la mesura de les fòries horitzontals és el Von Graefe amb foròpter i amb l'optotip d'una línia de lletres. Aquest mètode també s'utilitza per fer diversos estudis i com a eina per diagnòstic i tractament, sense tenir en compte les diverses variabilitats abans esmentades.

Per exemple, per la insuficiència de convergència, que es diagnostica mesurant la fòria en visió propera. En un estudi de Porcal al 1997¹¹ diu que ha de ser major a 6Δ amb el mètode de Von Graefe, així com dos estudis de Rouse al 1998²⁴ i 1999²⁵, que indica que el diagnòstic de la insuficiència de convergència es fa amb Von Graefe en visió propera. S'ha de tenir en compte que els resultats de l'estudi indiquen que diferents examinadors donaran diferents resultats i per tant arribaran a diagnòstics diferents.

A més, investigadors que fan una valoració de factors visuals que poden estar relacionats amb la dislèxia ^{26, 27, 28} i que inclouen la fòria, han de tenir present que poden tenir discrepàncies en els seus resultats tan sols degut a la gran variabilitat que té l'examinador a la mesura de les fòries, i a més, aquesta variabilitat els dificulta a l'hora de comparar els seus resultats en la discussió.

Altres estudis també utilitzen la mesura de la fòria, com per exemple l'estudi de Jorge²⁹ que mesura la fòria per veure els canvis de la visió binocular en un temps de 3 anys, o l'estudi de Choy³⁰, on es mesuren les fòries amb el mètode de Von Graefe abans i després de la lectura, per veure la relació entre l'acomodació i la fòria de prop. En els dos casos, s'ha de tenir en compte que encara que les mesures les faci un mateix examinador, les variacions intra-examinador en alguns casos també poden donar variacions molt grans amb el mètode de Von Graefe.

7. CONCLUSIONS

Després de obtenir i analitzar els resultats, s'ha arribat a les següents conclusions principals respecte al treball:

- El mètode de Thorington Modificat és el que dona millor reproductibilitat inter-examinador i millor repetibilitat intra-examinador.
- El mètode de Von Graefe amb foròpter i test d'una línia és que dona pitjor reproductibilitat inter-examinador i pitjor repetibilitat intra-examinador.
- En el mètode de Von Graefe amb foròpter, si en comptes d'una línia de lletres com a optotip s'utilitza una única lletra, la reproductibilitat inter-examinador i la repetibilitat intra-examinador millora.
- En el mètode de Von Graefe utilitzant cop a optotip una única lletra, si s'utilitza sense foròpter la reproductibilitat inter-examinador i la repetibilitat intra-examinador millora.
- En clíniques o centres on hi hagin molts optometristes, és millor utilitzar el mètode de Thorington ja que dona millor variabilitat inter-examinador.
- Que els estudis que utilitzin la mesura de fòries tinguin en compte:
 - Que si es fa amb diferents examinadors, no utilitzar el mètode de Von Graefe amb foròpter i optotip d'una línia de lletres.
 - Que si han de fer mesures repetides als observadors, que siguin molt prudents en les seves conclusions, ja que és un paràmetre que per un mateix subjecte pot tenir grans variacions independentment del mètode utilitzat.

A més de les conclusions principals del treball, també vull parlar de les conclusions personals que he extret de la seva realització. Amb aquest estudi he repassat i refrescat conceptes teòrics que he anat estudiant durant tota la carrera, a més de ampliar coneixements, sobretot en la part metodològica i estadística del treball. He posat en pràctica els mètodes de mesura de les fòries que ja havia utilitzat durant aquets anys, i n'he après de nous. També he après a realitzar el disseny d'un estudi clínic, la part de tractament estadístic de les dades i a interpretar els seus resultats.

8. BIBLIOGRAFIA

1. Stidwill, D., Fletcher, R. (2011). *Normal binocular vision. Theory, investigation and Practical aspects*. Oxford:Wiley-Blackwell.
2. Millodot, M. (1990). *Diccionario de Optometria*. Madrid:Butterworth&Co
3. Kanski, J.J. (2009). *Oftalmología clínica*. (6a Ed.). Editorial Elsevier
4. Pons, A.M., Martínez, F.M. (2004). *Fundamentos de visión binocular*. (1a Ed.). València: PUV.
5. Von Noorden, G.K. (any). *Binocular Vision and ocular motility. Theory and management of strabismus*. (6a Ed.). Florida: Mosby.
6. Boyd Eskridge, J. (1991). *Clinical Procedures in Optometry*. Philadelphia:Lippincott Williams & Wilkins
7. Pickwell, D. (1996). *Anomalías de la visión binocular*. (2a Ed) Londres: JIMS.
8. Caloroso, E. Rouse, M.W. (1999). *Clinical Management of Strabismus*. Washington:Butterworth-Heinemann
9. Herran, F. (2004). *Bloque 1: Exámenes Clínicos*. Imatges de les diapositives de les pàgines 16 i 17 (<http://slideplayer.es/slide/164672>)
10. Borràs, M.R., Gispets, J., Ondategui, J.C., Pacheco, M., Sánchez, E., Varón, C. (1999). *Visión Binocular. Diagnostico y tratamiento*. Barcelona:Politext
11. Porcar, E., Martinez-Palomera, A. (1997). Prevalence of General Binocular Dysfunctions in a Population of University Students. *Optometry and visions science*. 74 (2) 111-113
12. Lara, F., Cacho, P., García, A., Megías, R. (2001). General binocular disorders: prevalence in a clinic population. *Ophthal. Physiol. Opt.* 21 (1) 70-74
13. 13 Rosenfield, M., Logan, N. (2009). *Optometry: Science , techniques and clinical management*. (2a Ed). Edinburgh;New York: Butterworth Heinemann
14. Antona, B. *Fiabilidad intraexaminador y concordancia de pruebas clínicas de evaluación de la visión binocular*. (Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid, 2010)
15. Cabezas, I.D., Alfonso, H., Garibello, C.L., Martinez, M.S., Prieto, C. A. *Repetibilidad & Reproducibilidad* (Universidad Nacional de Colombia, 2011)
16. Llamosa, L. E., Meza, L. G., Botero, M. *Estudio de repetibilidad y reproducibilidad utilizando el método de promediso y rangos para el aseguramiento de la calidad de los*

resultados de calibración de acuerdo con la norma técnica NTC-ISO/IEC/17025
(Universidad Tecnológica de Pereira, 2007)

17. Goss, D.A., Reynolds, J.L., Todd, R.E. (2010). Comparison of four dissociated phoria tests: Reliability & Correlation with symptom survey scores. *Journal of Behavioral Optometry*. 21 (4) 99-104
18. Casillas, E., Rosenfiedl, M. (2006). Comparison of Subjective Heterophoria Testing With Phorofter and Trial Frame. *Optometry and Vision Science*. 83 (4) 237-241.
19. Rainey, B. B., Goss, D. A. (1998). Inter-Examiner Repeatability of Heterophoria Test. *Optometry and Vision Science*. 75 (10) 719-726.
20. Declaración de Helsinki de la asociación médica mundial. (2008). Madrid
21. Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal. (<http://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1999-23750>)
22. Fleiss, J. L. (1986). The design and analysis of clinical experiments. Michigan: Wiley
23. Howarth, P. A., Heron, G. (2000). Repeated Measures of Horizontal Heterophoria. *Optometry and Vision Science*. 77 (11) 616-619
24. Rouse M., Hyman L., Hussein M., Solan H. (1998). Frequency of convergence insufficiency in optometry clinic settings. Convergence Insufficiency and Reading Study (CIRS) Group. *Optom Vis Sci*. 75 88-96.
25. Rouse M., Borsting E., Hyman L., Hussein M., Cotter S., Flynn M., et al. (1999). Frequency of convergence insufficiency among fifth and sixth graders. The Convergence Insufficiency and Reading Stude (CIRS). *Optom Vis Sci*. 76 643-649.
26. Palomo-Alvarez, C., Puell, M. C. (2010). Binocular function in school children with reading difficulties Graefes *Arch Clin Exp Ophthalmol*. 248: 885-892. DOI 10.1007/s00417-009-1251.
27. Ygge, J., Lennerstrand, G., Rydberg, A., Wijecoon, S., Pettersson, B.M. (2009). Oculomotor functions in a Swedish population of dyslexic and normally reading children. *Acta Ophthalmologica*. 71 (1) 10-21. DOI 10.1111/j.1755-3768.1993.tb04953.x
28. Evans, B., Drasdo, N., Richards, I.L. (1994). Investigation of accommodative and binocular function in dyslexia. *Ophthalmic and Physiological Optics*. 14 (1) 5-19. DOI: 10.1111/j.1475-1313.1994.tb00550.x
29. Jorge, J., Borges de Almeida, J., Parafita, M.A. (2008). Binocular Vision Changes in University Students: A 3-Year Longitudinal Study. *American Academy of Optometry*. 85 (10) 999-1006.

30. Choy, C.K., Siu, A. W., Tse, J.T., Lau, S.Y. (2000). Addition lens alleviates reading-induced ocular stress. *Clinical and experimental optometry*. 83 (1) 12-15.

9. ANNEXOS

ANNEX I. CONSENTIMENT INFORMAT

INFORMACIÓ

Estudi sobre la concordança de resultats i la repetibilitat de diferents mètodes per a la mesura de variables de binocularitat i acomodació ocular.

Objectiu de l'estudi:

Participarà en un estudi sobre la repetibilitat i concordança de resultats en la mesura de diferents variables de la funció acomodativa i binocular en VP. El tractament d'aquests resultats també formarà part d'uns Treballs Acadèmics Dirigits realitzats per diferents estudiants del darrer curs de títol de Grau en Òptica i Optometria, a la FOOT.

Ha estat seleccionat com a possible participant d'aquest estudi donat que compleix els requisits que es demanen dins del protocol establert.

Condicions de l'estudi:

La prova estarà formada per un seguit de mesures que es duran a terme en dues sessions. És realitzarà a les instal·lacions de la FOOT, sense interferir en l'horari de classes.

No s'ha detectat cap tipus de risc en la realització de cap de les mesures ja que, en tot els casos, s'utilitzen tècniques no invasives.

Per qualsevol dubte o problema pot posar-se en contacte amb: Rosa Borràs.
rosa.borras@oo.upc.edu

CONSENTIMENT INFORMAT

En/Na _____ amb DNI núm. _____
 _____ i _____ anys d'edat, amb domicili a _____
 _____ província de _____,
 manifesto que he sigut informat per _____ sobre els detalls dels treballs que es realitzen en el marc del **“Estudi sobre la concordança de resultats i la repetibilitat de diferents mètodes per a la mesura de variables de binocularitat i acomodació ocular.”**

La meva decisió de participar en l'estudi és voluntària i els resultats que s'obtinguin els podré utilitzar en la realització de les meves tasques acadèmiques.

Declaro que tots els meus dubtes i preguntes han sigut aclarits, que he entès tota la informació que se m'ha proporcionat. Per això, dono el meu consentiment per a participar en l'estudi. Estic d'acord en què les meves dades relatives a aquest estudi siguin guardades, procesades electrònicament i transmeses, pel qual dono el meu consentiment per què es reveli la informació necessària recollida durant l'estudi per a què pugui ser procesada i difosa a la comunitat científica, sense que en cap moment sigui revelada la meva identitat, ja que entenc que els meus drets de confidencialitat queden protegits.

En _____, a _____ de _____ de _____

Firma del pacient

Firma del investigador

ANNEX II. FITXA D'EXCLUSIÓ

NOMBRE:

Nº PACIENTE:

FECHA: / /

ASIGNATURA: NEURO DVB

FICHA CONTROL DE PRUEBAS	
EXCLUSIÓN	<input type="checkbox"/> Ambliopia <input type="checkbox"/> Estrabismo <input type="checkbox"/> Cirugía <input type="checkbox"/> Refracción
FIRMA	
	SELLO

ANNEX III. EXEMPLE DE FIXA D'ANOTACIÓ DE RESULTATS

Nom pacient: _____

Nº Pacient: _____

Examinador: _____

Dia: _____

Observacions: _____

Bloc 1

		1 ^a	2 ^a	3 ^a
• Von Graefe Fropter (1 lletra)				
• Von Graefe Fropter (Línia de lletres)				

Bloc 2

		1 ^a	2 ^a	3 ^a
• Cover test Subjectiu Barra (1 lletra)	1 ^a alineació			
	Última alineació			
• Von Graefe Barra (1 lletra)				

Bloc 3

		1 ^a	2 ^a	3 ^a
• Maddox amb Barra				
• Thorrington				

ANNEX IV. TEST KOLMOGOROV-SMIRNOF I HISTOGRÀMES

Pruebas no paramétricas

Notas

Resultados creados		03-JUN-2014 12:35:20
Comentarios		
	Datos	C:\Users\Rosa\Dropbox\TFG-BINOC-ACOM\DOCUMENTS COMUNS\SPSS\FORIAS REPETIBILIDAD\FORIAS_REPETIBILIDAD_LO OTRO.sav
	Conjunto de datos activo	Conjunto_de_datos1
Entrada	Filtro	<ninguno>
	Peso	<ninguno>
	Dividir archivo	<ninguno>
	Núm. de filas del archivo de trabajo	54
	Definición de los perdidos	Los valores perdidos definidos por el usuario será tratados como perdidos.
Manipulación de los valores perdidos	Casos utilizados	Los estadísticos para cada prueba se basan en todos los casos con datos válidos para las variables usadas en dicha prueba.
Sintaxis		<pre> NPAR TESTS /K-S(NORMAL)=M1_S1_E1 M1_S1_E2 M1_S2_E2 M2_S1_E1 M2_S1_E2 M2_S2_E2 M3_S1_E1 M3_S1_E2 M3_S2_E2 M4_S1_E1 M4_S1_E2 M4_S2_E2 M5_S1_E1 M5_S1_E2 M5_S2_E2 M6_S1_E1 M6_S1_E2 M6_S2_E2 /MISSING ANALYSIS. </pre>
	Tiempo de procesador	00:00:00,02
Recursos	Tiempo transcurrido	00:00:00,02
	Número de casos permitidos ^a	37449

a. Basado en la disponibilidad de memoria en el espacio de trabajo.

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		M1_S1_E1	M1_S1_E2	M1_S2_E2	M2_S1_E1
N		54	54	54	54
Parámetros normales ^{a,b}	Media	-,5556	-,2160	,0247	-6,7160
	Desviación típica	4,77151	3,84618	5,10266	6,02003
Diferencias más extremas	Absoluta	,102	,079	,113	,109
	Positiva	,102	,079	,113	,109
	Negativa	-,071	-,049	-,100	-,078
Z de Kolmogorov-Smirnov		,748	,578	,832	,802
Sig. asintót. (bilateral)		,631	,892	,493	,542

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		M2_S1_E2	M2_S2_E2	M3_S1_E1	M3_S1_E2
N		54	54	54	54
Parámetros normales ^{a,b}	Media	-4,0494	-3,9877	-2,4691	-2,1790
	Desviación típica	4,61490	5,77349	3,84420	3,48083
Diferencias más extremas	Absoluta	,081	,088	,080	,093
	Positiva	,081	,068	,062	,093
	Negativa	-,071	-,088	-,080	-,062
Z de Kolmogorov-Smirnov		,592	,645	,588	,685
Sig. asintót. (bilateral)		,874	,799	,879	,736

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		M3_S2_E2	M4_S1_E1	M4_S1_E2	M4_S2_E2
N		54	54	54	54
Parámetros normales ^{a,b}	Media	-1,7222	-3,6420	-3,0679	-2,4136
	Desviación típica	4,09261	3,56600	3,39896	3,46164

	Absoluta	,064	,127	,118	,104
Diferencias más extremas	Positiva	,064	,100	,118	,066
	Negativa	-,059	-,127	-,105	-,104
Z de Kolmogorov-Smirnov		,471	,931	,867	,764
Sig. asintót. (bilateral)		,980	,351	,440	,603

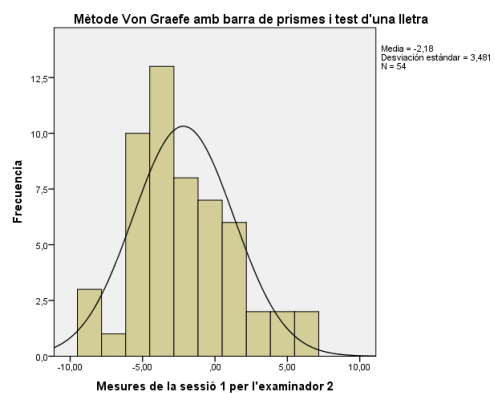
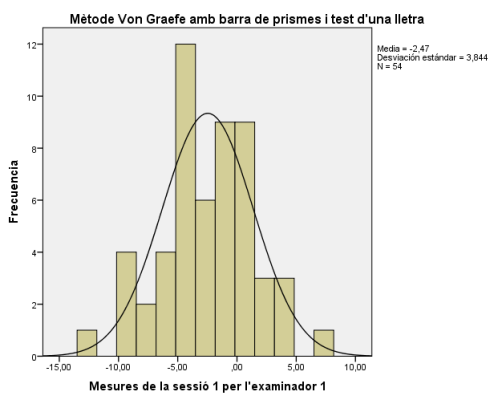
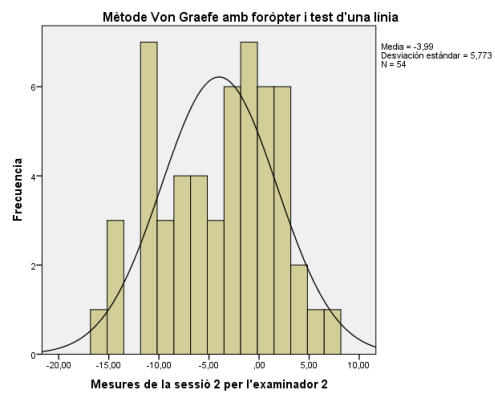
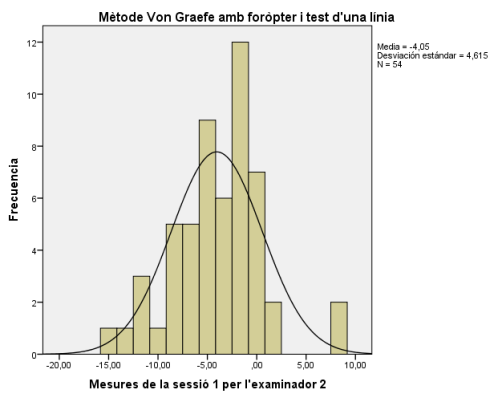
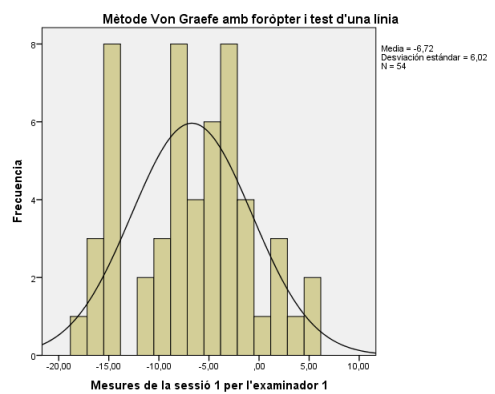
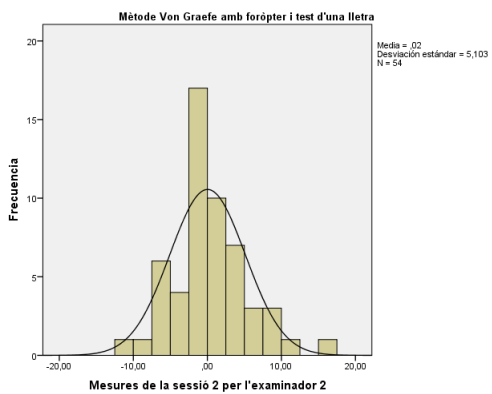
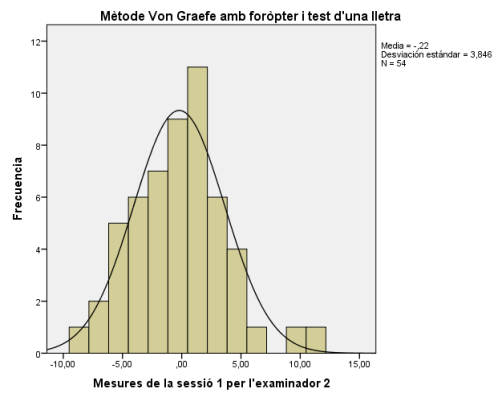
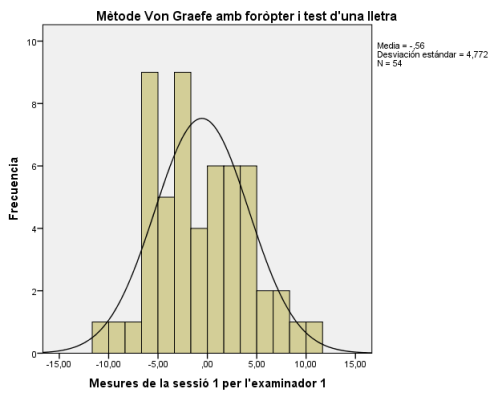
Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

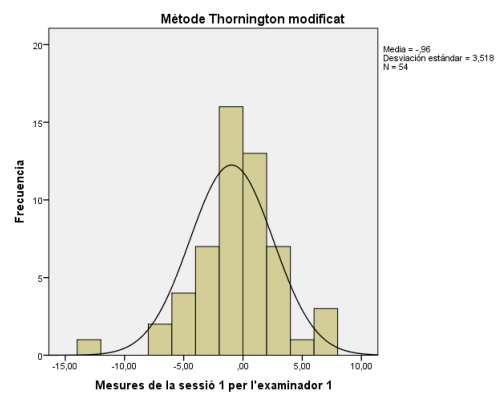
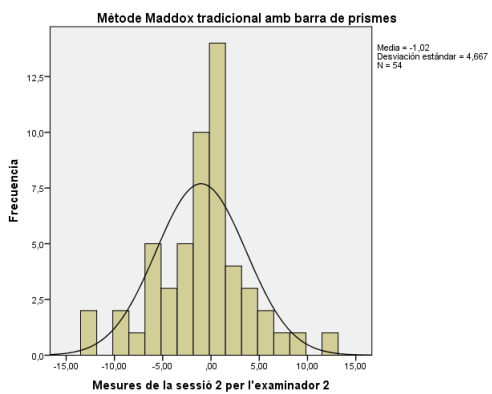
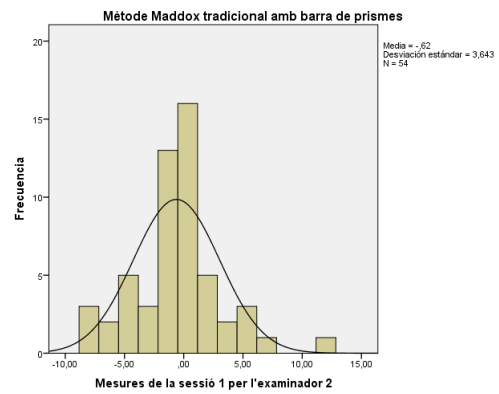
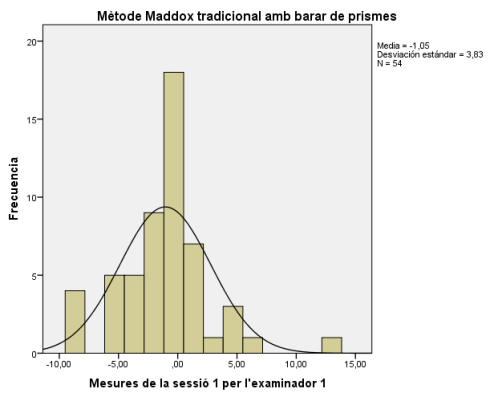
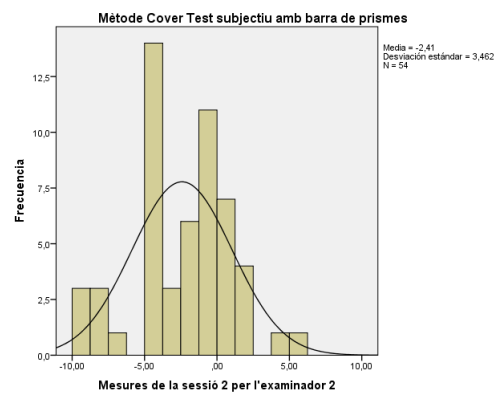
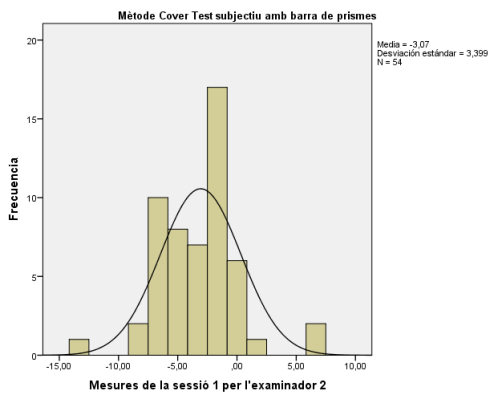
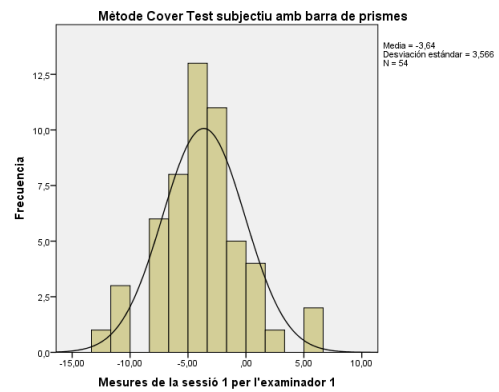
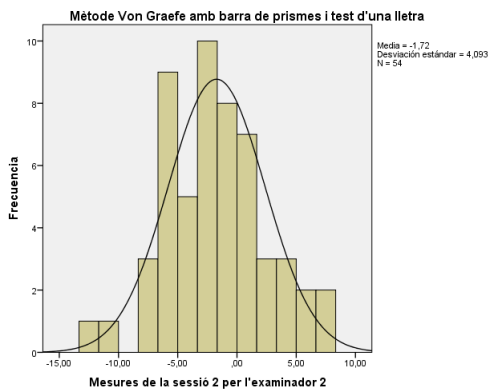
		M5_S1_E1	M5_S1_E2	M5_S2_E2	M6_S1_E1
N		54	54	54	54
Parámetros normales ^{a,b}	Media	-1,0494	-,6173	-1,0247	-,9630
	Desviación típica	3,82993	3,64310	4,66705	3,51795
	Absoluta	,151	,118	,140	,125
Diferencias más extremas	Positiva	,151	,118	,098	,096
	Negativa	-,089	-,111	-,140	-,125
Z de Kolmogorov-Smirnov		1,112	,866	1,031	,917
Sig. asintót. (bilateral)		,169	,441	,238	,369

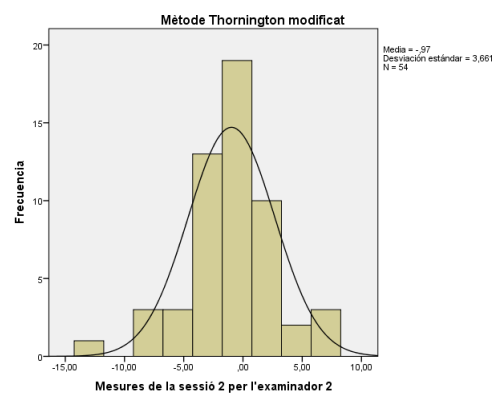
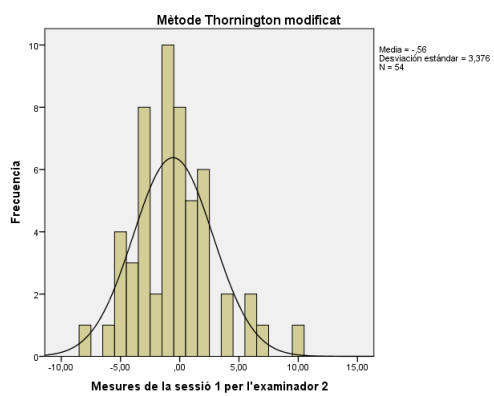
Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		M6_S1_E2	M6_S2_E2
N		54	54
Parámetros normales ^{a,b}	Media	-,5648	-,9722
	Desviación típica	3,37589	3,66062
	Absoluta	,119	,112
Diferencias más extremas	Positiva	,119	,097
	Negativa	-,078	-,112
Z de Kolmogorov-Smirnov		,873	,821
Sig. asintót. (bilateral)		,432	,511

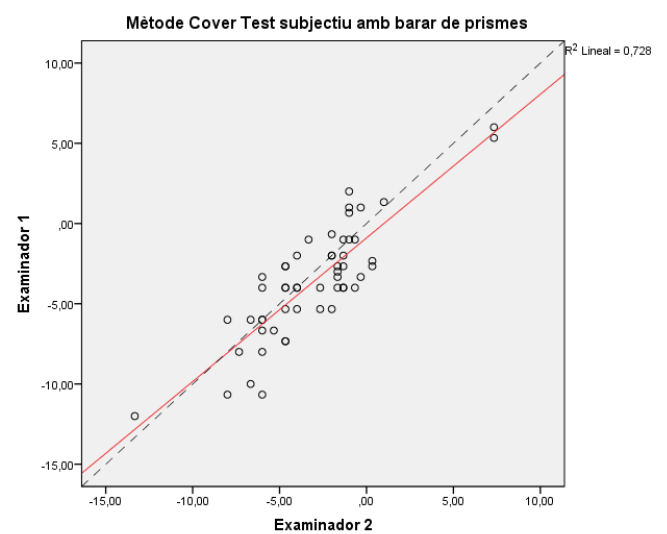
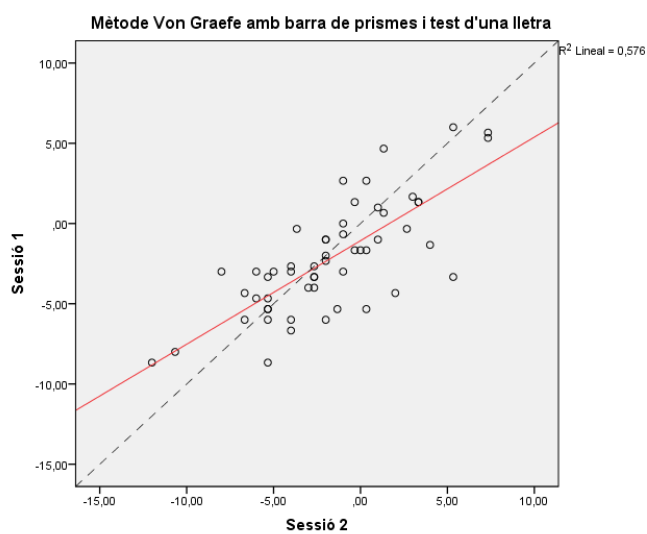
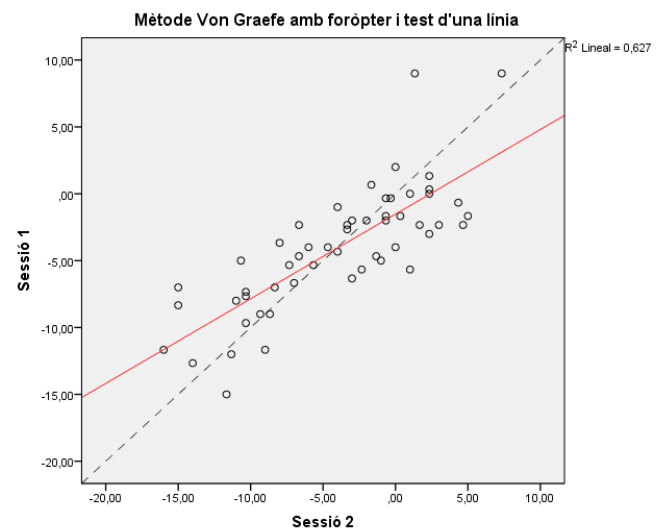
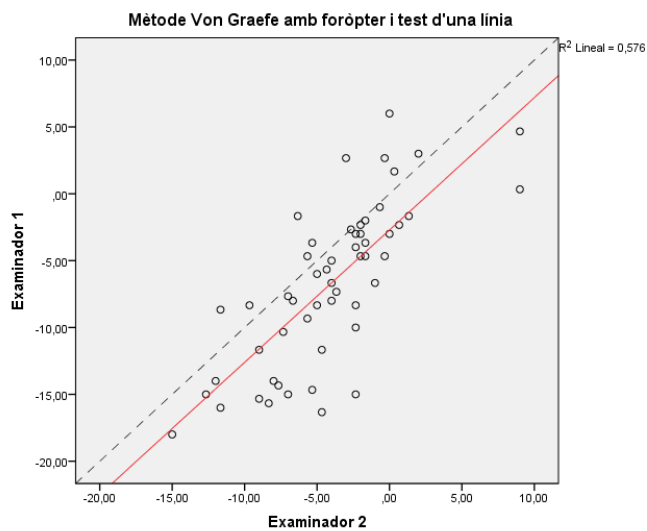
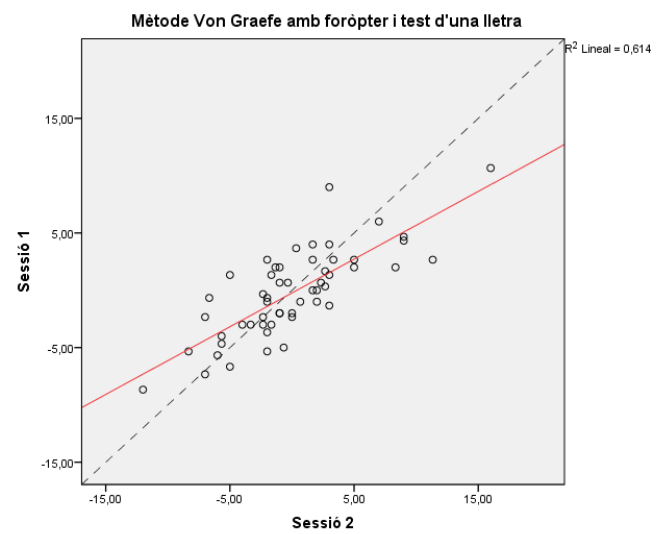
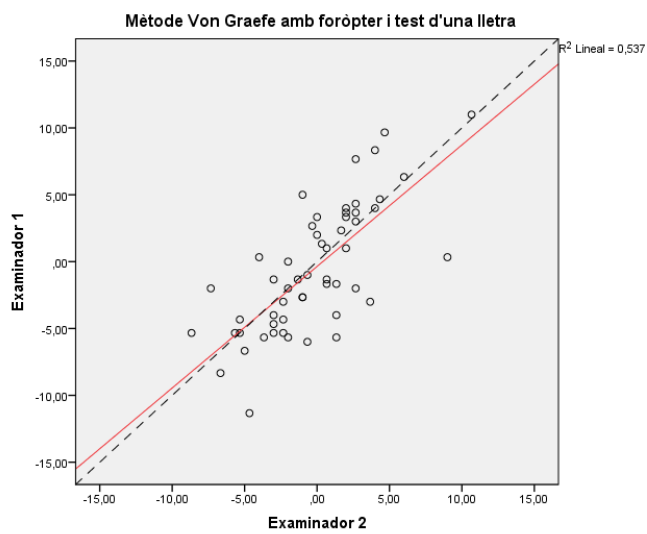
HISTOGRÀMES PER TOTS ELS MÈTODES I SESSIONS:

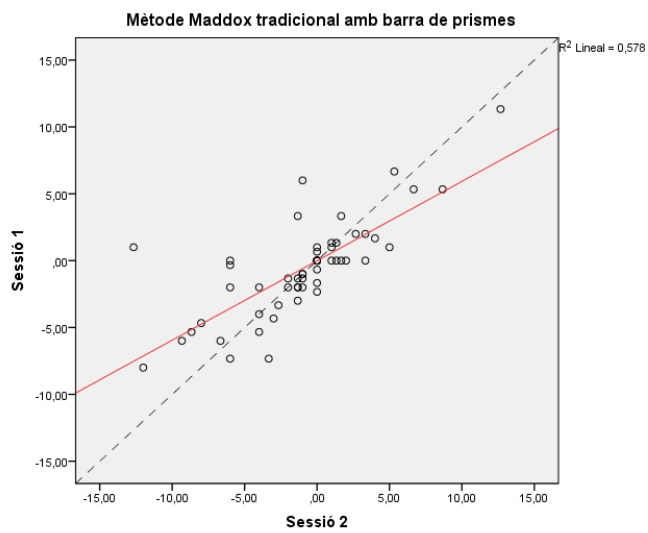
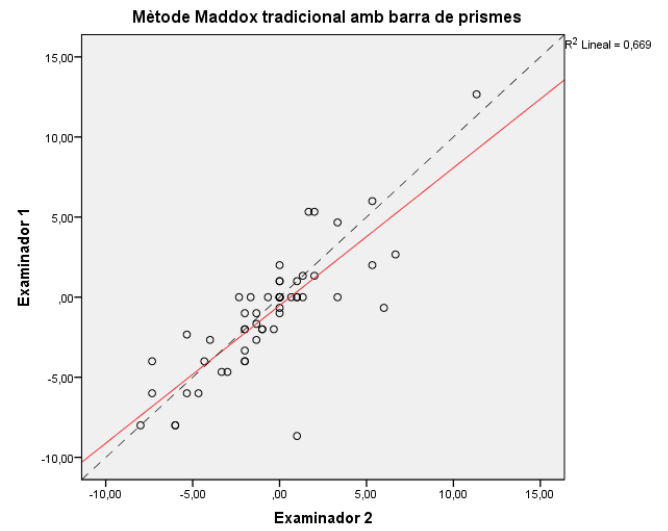
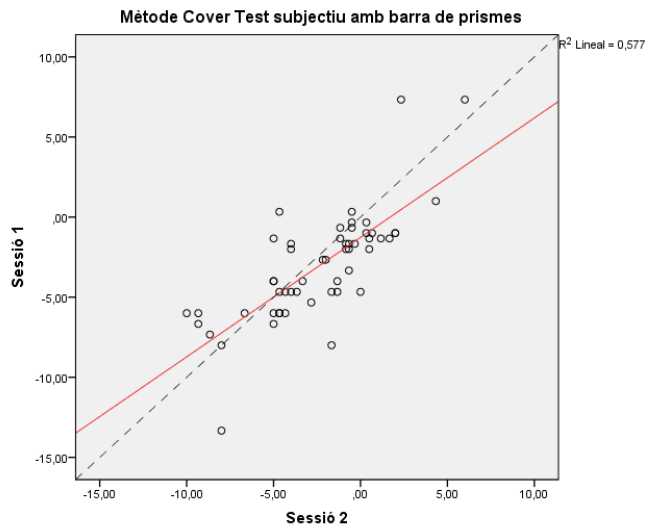






ANNEX V. GRÀFIQUES DE LA CORRELACIÓ DE PEARSON





ANNEX VI. GRÀFIQUES BLAND AND ALTMAN

A continuació es mostren la resta de gràfiques de Bland and Altman obtingudes amb el programa SPSS de IBM versió 22.

