

UNIVERSITE DE NANTES

FACULTE DE MEDECINE

Année 2010

N° 103

THESE

pour le

DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN MEDECINE

Diplôme d'Etudes Spécialisées en Ophtalmologie

par

Pierre LEBRANCHU

né le 14 Mars 1979

Présentée et soutenue publiquement le 19 Octobre 2010

EFFET DE LA CHIRURGIE DES MUSCLES OBLIQUES
SUR LA TORSION OCULAIRE

Président : Monsieur le Professeur Michel Weber

Directeur de thèse : Monsieur le Professeur Alain Péchereau

INTRODUCTION	7
1. ANATOMIE :	8
1.1. MUSCLE OBLIQUE INFÉRIEUR :	8
1.2. MUSCLE OBLIQUE SUPÉRIEUR :	8
2. PHYSIOLOGIE MUSCULAIRE :	10
2.1. CONCEPTION CLASSIQUE :	10
2.2. POULIES TÉNONIENNES :	11
2.3. CONCEPTIONS CONTEMPORAINES (7):	12
2.3.1. Concernant la verticalité :	12
2.3.2. Concernant l'horizontalité :	12
2.3.3. Concernant la torsion :	13
2.3.4. Concepts de paires musculaires :	13
3. SYNDROMES ALPHABÉTIQUES.....	14
3.1. DÉFINITIONS :	14
3.2. THÉORIES :	15
3.2.1. DYSFONCTION DES MUSCLES DROITS.....	15
3.2.2. HYPERACTION DES MUSCLES OBLIQUES.....	16
3.2.3. SAGITTALISATION DES MUSCLES OBLIQUES	16
3.2.4. THÉORIES ANATOMISTES.....	18
3.2.5. SYNDROME DE PSEUDO-ECTOPIE MACULAIRE.....	21
3.2.6. THÉORIE SENSORIELLE TORSIONNELLE DE GUYTON	23
3.2.7. SYNDROME TORSIONNEL	26
4. CHIRURGIE DES MUSCLES OBLIQUES :	27
4.1. CHIRURGIES DU MUSCLE OBLIQUE INFÉRIEUR (34):	27
4.1.1. Capture du muscle oblique inférieur :	27
4.1.2. Affaiblissement du muscle oblique inférieur :	27
4.1.3. Renforcement de l'oblique inférieur :	29
4.2. CHIRURGIE DU MUSCLE OBLIQUE SUPÉRIEUR (37):	29
4.2.1. Abord du muscle oblique supérieur.....	29

4.2.2.	Renforcement de l'oblique supérieur :	29
4.2.3.	Affaiblissement de l'oblique supérieur (Recul gradué de Caldeira) :	30
4.3.	TECHNIQUE DE HARADA-ITO :	30
5.	CHIRURGIE DU SYNDROME ALPHABÉTIQUE :	32
5.1.	ACTION SUR LES MUSCLES DROITS HORIZONTALS :	32
5.1.1.	Technique de Costenbader-Knapp :	32
5.1.2.	Transposition oblique des insertions des muscles droits horizontaux :	32
5.1.3.	Ténotomie partielle du muscle droit médial ou droit latéral :	33
5.2.	ACTION SUR LES MUSCLES DROITS VERTICAUX :	34
5.2.1.	Transposition horizontale des muscles droits verticaux :	34
5.2.2.	Variantes chirurgicales :	34
5.3.	ACTION SUR LES MUSCLES OBLIQUES (SYNDROME V) :	35
5.3.1.	AFFAIBLISSEMENT DU MUSCLE OBLIQUE INFÉRIEUR :	35
5.3.2.	RENFORCEMENT DU MUSCLE OBLIQUE SUPÉRIEUR :	37
5.4.	ACTION SUR LES MUSCLES OBLIQUES (SYNDROME A) :	37
5.4.1.	AFFAIBLISSEMENT DU MUSCLE OBLIQUE SUPÉRIEUR :	37
5.4.2.	RENFORCEMENT DU MUSCLE OBLIQUE INFÉRIEUR :	38
5.5.	CHOIX DE LA TECHNIQUE :	39
	MATÉRIELS ET MÉTHODES :	41
1.	PATIENTS :	42
2.	DONNÉES ÉPIDÉMIOLOGIQUES :	42
3.	DONNÉES CLINIQUES :	44
4.	DONNÉES CHIRURGICALES :	46
4.1.	TEST DE GUYTON :	46
4.2.	TECHNIQUES CHIRURGICALES :	47
5.	DONNÉES NUMÉRIQUES – ANALYSE OBJECTIVE DE LA TORSION :	48
5.1.	MÉTHODOLOGIES DES RÉTINOGRAPHIES :	48
5.2.	ANALYSES DES RÉTINOGRAPHIES :	48
5.3.	CALCUL DE LA TORSION :	48

6. ANALYSES STATISTIQUES :	49
RÉSULTATS.....	50
1. RÉSULTATS ÉPIDÉMIOLOGIQUES :	51
1.1. RÉSULTATS GLOBAUX :	51
1.2. ÉTUDE DES SYNDROMES EXTORSIONNELS (n = 74) :	52
1.2.1. Antécédents personnels :	52
1.2.2. Antécédents familiaux :	52
1.2.3. Facteurs de risques de strabisme :	53
1.2.4. Recherche de signes de précocité de strabisme :	53
1.3. ÉTUDE DES SYNDROMES INTORSIONNELS (n = 7) :	53
1.3.1. Antécédents personnels :	54
1.3.2. Antécédents familiaux :	54
1.3.3. Facteurs de risques de strabisme :	54
1.3.4. Recherche de signes de précocité de strabisme :	55
1.4. ANALYSE DES FACTEURS DE RISQUE.....	55
1.4.1. Facteurs de risque et horizontalité :	55
1.4.2. Facteurs de risque et syndrome alphabétique :	56
1.4.3. Facteurs de risque, horizontalité et syndrome alphabétique :	56
2. RÉSULTATS CHIRURGICAUX.....	57
2.1. DONNÉES CHIRURGICALES :	57
2.2. TEST DE GUYTON ET ANOMALIES DES INSERTIONS MUSCULAIRES :	58
2.2.1. Syndrome extorsionnel :	58
2.2.2. Syndrome intorsionnel	58
2.3. DOSAGE CHIRURGICAL	58
2.3.1. Syndrome extorsionnel.....	58
2.3.2. Syndrome intorsionnel	59
2.4. DEVIATION EN POSITION PRIMAIRE :	59
2.4.1. Syndrome extorsionnel et ésoptropie (n = 59) :	59
2.4.2. Syndrome extorsionnel en exotropie (n = 8) :	59

2.4.3.	Syndrome intorsionnel et ésotropie (n = 4) :	59
2.4.4.	Syndrome intorsionnel et exotropie (n = 3) :	60
2.4.5.	Effet de la chirurgie sur la position primaire :	60
2.5.	SYNDROME ALPHABÉTIQUE	62
2.5.1.	Syndrome extorsionnel (n = 69) :	62
2.5.2.	Syndrome intorsionnel (n = 7) :	63
2.5.3.	Effet de la chirurgie sur le syndrome alphabétique :	64
2.6.	MOTILITÉ OCULAIRE	66
2.6.1.	Syndrome extorsionnel (n = 69) :	66
2.6.2.	Syndrome intorsionnel (n = 7) :	66
2.7.	ÉTUDE DE LA REFRACTION	66
2.7.1.	Acuité visuelle :	66
2.7.2.	Équivalent sphérique :	67
2.7.3.	Étude de l'astigmatisme :	68
3.	RÉSULTATS TORSIONNELS	71
3.1.	DONNÉES GÉNÉRALES	71
3.2.	ÉTUDE DE LA TORSION PRÉOPÉRATOIRE	71
3.2.1.	Torsions préopératoires :	71
3.2.2.	Stabilité torsionnelle pré opératoire :	72
3.2.3.	Relation entre torsion et syndrome alphabétique :	74
3.3.	ÉTUDE DE LA TORSION POST OPÉRATOIRE	75
3.3.1.	Premières rétinophotographies postopératoires :	75
3.3.2.	Dernières rétinophotographies postopératoires :	75
3.3.3.	Stabilité torsionnelle postopératoire :	76
3.4.	EFFET DE LA CHIRURGIE SUR LA TORSION	78
	DISCUSSION	80
1.	DONNÉES ÉPIDÉMIOLOGIQUES :	81
1.1.	PRÉCOCITÉ DU TROUBLE :	81
1.2.	FACTEURS DE RISQUE :	83

2. DONNÉES CHIRURGICALES ET TORSIONNELLES	85
2.1. DONNÉES CHIRURGICALES :	85
2.1.1. Efficacité sur le syndrome alphabétique :.....	85
2.1.2. Action sur l'horizontalité :	87
2.2. DONNÉES TORSIONNELLES :	88
2.3. MODE D'ACTION DE LA CHIRURGIE	90
CONCLUSION.....	91
BIBLIOGRAPHIE.....	93

INTRODUCTION

1. ANATOMIE :

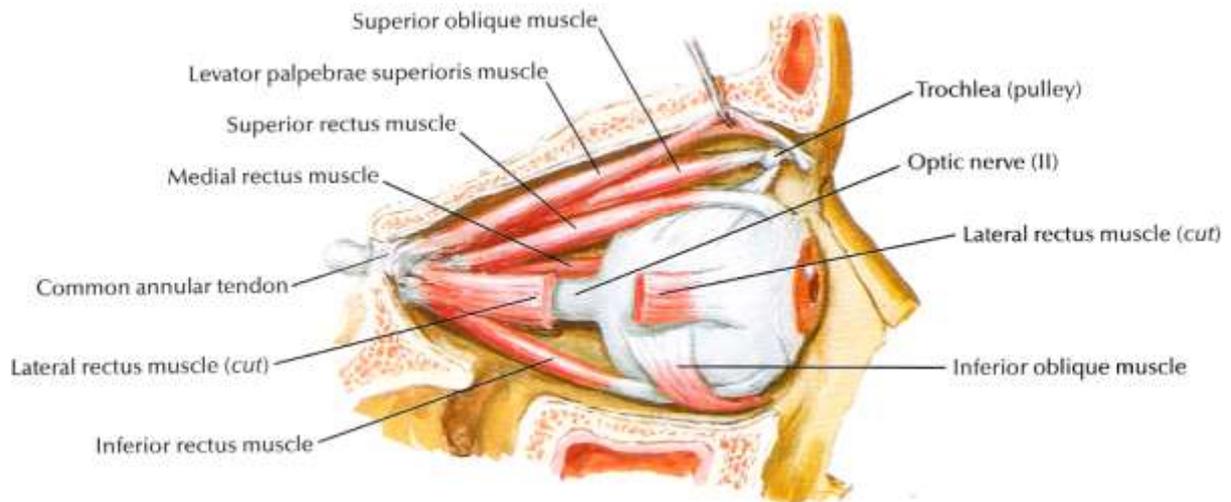


Figure 1 : anatomie de l'orbite

1.1. MUSCLE OBLIQUE INFÉRIEUR :

Le muscle oblique inférieur prend son insertion sur la face antéromédiale de l'orbite au niveau de l'ostium supérieur du conduit lacrymonasal. Son corps musculaire se dirige en arrière en haut et en dehors, contournant le globe en passant sous le muscle droit inférieur auquel il est uni par le ligament de Lockwood. Il s'insère dans la partie rétro-équatoriale du quadrant inférotemporal du globe. La largeur de son insertion est variable (5 à 14 mm), son chef antérieur se situant 10 en arrière de l'insertion inférieure du muscle droit latéral, son chef postérieur 4 mm en avant du nerf optique (2 mm en avant de la projection fovéale). Il n'est pas rare d'identifier des particularités anatomiques au niveau de son insertion (50 % des insertions seraient multiples) ou au niveau de son corps (8 % de muscles bifides (1)). Ce muscle est innervé par un rameau de la branche inférieure de la III^{ème} paire crânienne (nerf oculomoteur commun).

1.2. MUSCLE OBLIQUE SUPÉRIEUR :

Le muscle oblique supérieur est le plus long muscle oculomoteur, formé d'une portion directe et d'une portion réfléchi. Son origine se situe soit sur le périoste orbitaire au-dessus du canal optique, soit sur l'anneau tendineux commun de Zinn. Son corps musculaire longe l'angle supéro-médial de l'orbite au-dessus du muscle droit médial

puis devient un tendon qui s'engage dans la trochlée, anneau fibrocartilagineux inséré juste en arrière du rebord orbitaire dans la portion supéromédiane. Le tendon change alors de direction pour obliquer en bas, en dehors et en arrière. Il glisse sous le muscle droit supérieur, passant 2 mm en arrière de son insertion sclérale médial. Il s'insère sur la sclère dans le quadrant temporel supérieur, en arrière de l'équateur, en adoptant une forme d'éventail à convexité postérieure d'environ 10 mm de largeur. Son chef antérieur se situe alors 4 à 5 mm en arrière du bord latéral du muscle droit supérieur, son chef postérieur s'insérant 6 à 8 mm en avant du nerf optique. La veine vortiqueuse supérolatérale se situe à proximité. Ce muscle est innervé par la IV^{ème} paire crânienne (nerf trochléaire).

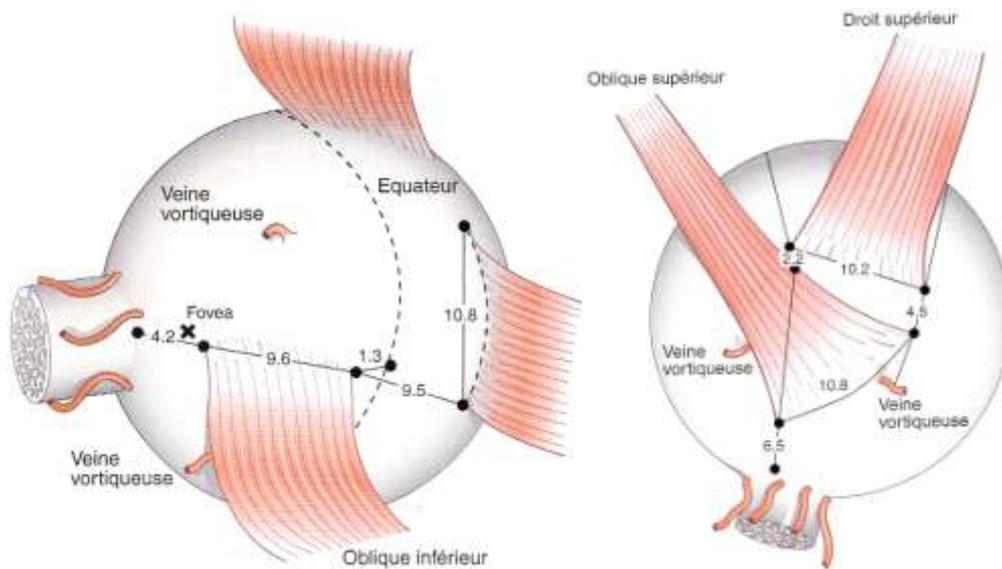


Figure 2 : insertions des muscles obliques inférieur (à gauche) et supérieur (à droite) illustrations issues de Espinasse-Berrod MA. Chirurgie de l'oblique inférieur. In: Elsevier, editor. Strabologie, approches diagnostique et thérapeutique. 2 ed. Paris: 2008. p. 318-21.

2. PHYSIOLOGIE MUSCULAIRE :

2.1. CONCEPTION CLASSIQUE :

Elle correspond aux forces musculaires calculées par la géométrie vectorielle sur chaque muscle isolé en fonction des connaissances anatomiques entre la fin du XIXe et le début du XXe siècle. En projetant la force vectorielle créée par un muscle sur les 3 axes de Fick (axes de coordonnées de l'espace passant par le centre de rotation du globe), il est possible de décrire des actions primaires, secondaires et tertiaires.

- Droit médial : adducteur
- Droit latéral : abducteur
- Droit inférieur : abaisseur, excyclotorseur, adducteur
- Droit supérieur : élévateur, incyclotorseur, adducteur
- Oblique inférieur : excyclotorseur, élévateur, abducteur
- Oblique supérieur : incyclotorseur, abaisseur, abducteur

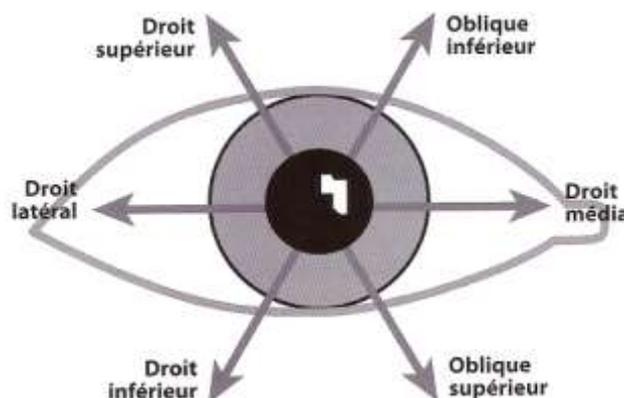


Figure 3 : champs d'action des muscles oculomoteurs (conception classique) Péchereau A. Physiologie de l'oculomotricité. In: Elsevier, editor. Strabologie, approches diagnostique et thérapeutique. 2 ed. Paris: 2008. p. 13-26.

Ainsi le muscle droit supérieur permet de regarder en haut et en dehors, le muscle oblique inférieur en haut et en dedans, le muscle droit inférieur en bas et en dehors et le muscle oblique supérieur en bas et en dedans. C'est le modèle de l'agoniste isolé, dans

lequel un muscle possède un champ d'action où sa force exercée est maximale. Il faut se méfier d'une trop grande simplification de ce concept, qui aboutirait à croire que l'action dans un champ du regard est alors spécifique d'un seul muscle.

2.2. POULIES TÉNONNIENNES :

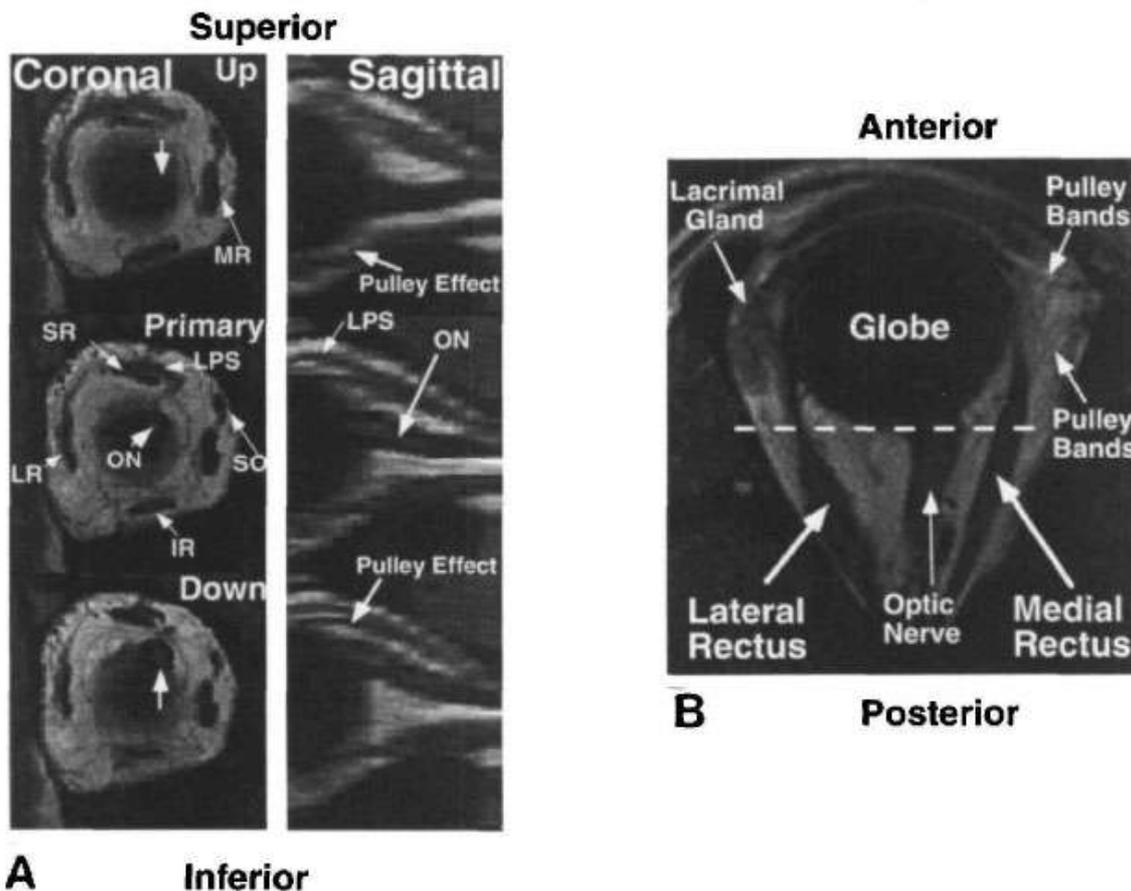


Figure 4 : les poulies thénoniennes en imagerie par résonance magnétique. Demer JL, Miller JM, Poukens V, Vinters HV, Glasgow BJ. Evidence for fibromuscular pulleys of the recti extraocular muscles. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1995 May;36(6):1125-36.

Les muscles droits s'étendent de leur origine anatomique jusqu'à une structure de tissu conjonctivo-ténonien appelé poulie, avant de s'insérer sur le globe oculaire (2). Cette poulie prend la forme d'un anneau, se localisant près de l'équateur du globe dans les fascias de la tenon, couplant le mur orbitaire au muscle extraoculaire par une bande formée de tissu conjonctif et musculaire lisse (3). Au sein de l'orbite, le trajet musculaire reliant l'anneau de Zinn à la poulie est stable et constant quelque soit la direction de l'œil, et seul la partie s'étendant de la poulie au globe est mobile. Leur localisation anatomique est uniforme et reproductible entre les individus (4). Chaque muscle

extraoculaire est formé de deux couches musculaires : la couche globale qui traverse la poulie pour s'insérer sur le globe, et la couche orbitaire qui s'insère sur la poulie en modifiant l'action lors de la contraction musculaire (5). Le muscle oblique inférieur possède également une poulie ténonienne, solidaire de la poulie du droit inférieur. Leurs positions sont ainsi interdépendantes (6). Ces travaux montrent que le point d'entrée du muscle dans la capsule de tenon correspond à une véritable poulie physiologique. En déplaçant les forces d'action musculaire vers la partie antérieure de l'orbite, elles modifient leur action biomécanique sur le globe. Par opposition aux origines anatomiques, les poulies ténoniennes (comme la trochlée pour le muscle oblique supérieur) correspondent alors aux origines fonctionnelles des muscles extra-oculaires.

2.3. CONCEPTIONS CONTEMPORAINES (7):

Elle est le fruit des travaux aboutissant aux concepts de « poulies » ténoniennes et de modélisation des forces musculaires exercées sur le globe dans les différents champs du regard (8;9). L'analyse des forces musculaires est alors faite de façon simultanée pour les 6 muscles extraoculaires. Dans le modèle des paires antagonistes (10), la contraction d'un élément de cette paire provoque l'allongement du muscle antagoniste, la force résultante devant être prise en compte. L'action d'un muscle ne peut donc se concevoir de manière isolée, mais comme faisant partie d'un ensemble musculaire (le muscle et son antagoniste).

2.3.1. Concernant la verticalité :

L'action verticale des muscles droits verticaux est maximale et exclusive dans l'abduction, minimale mais toujours significative dans l'adduction.

L'action verticale des muscles obliques est nulle dans l'abduction, maximale dans l'adduction.

Cependant dans les champs physiologiques du regard l'action verticale des muscles droits reste toujours plus importante que l'action des muscles obliques.

2.3.2. Concernant l'horizontalité :

L'action d'abduction des muscles obliques est nulle (pas de substitution en cas de paralysie du muscle droit latéral, pas de modification de l'abduction en cas de section des muscles obliques).

2.3.3. Concernant la torsion :

Les insertions fonctionnelles des muscles droits sont déplacées en avant de l'orbite, au niveau des poulies ténoniennes. Seule la partie musculaire en avant de la poulie devient mobile. L'action torsive des droits verticaux est ainsi fortement diminuée.

L'axe de torsion des muscles obliques va du limbe temporal au pôle postérieur, et reste constant de l'abduction à l'adduction. Cet effet est dû à l'obliquité des insertions sclérales des muscles obliques.

Les muscles obliques sont des torseurs importants, intervenant dans tous les champs du regard. Leur effet est constant sur un plan horizontal.

L'action incyclotorsive du droit supérieur dans le regard en haut est contrebalancée par l'action incyclotorsive de l'oblique inférieure. L'action excyclotorsive du droit inférieur dans le regard en bas est contrebalancée par l'action incyclotorsive de l'oblique supérieur.

2.3.4. Concepts de paires musculaires :

Les muscles sont organisés par paires (droits médial et latéral, droit supérieur et inférieur, obliques supérieurs et inférieur), dont chaque élément est l'antagoniste parfait de l'autre. Ils forment ainsi une unité fonctionnelle.

3. SYNDROMES ALPHABÉTIQUES

3.1. DÉFINITIONS :

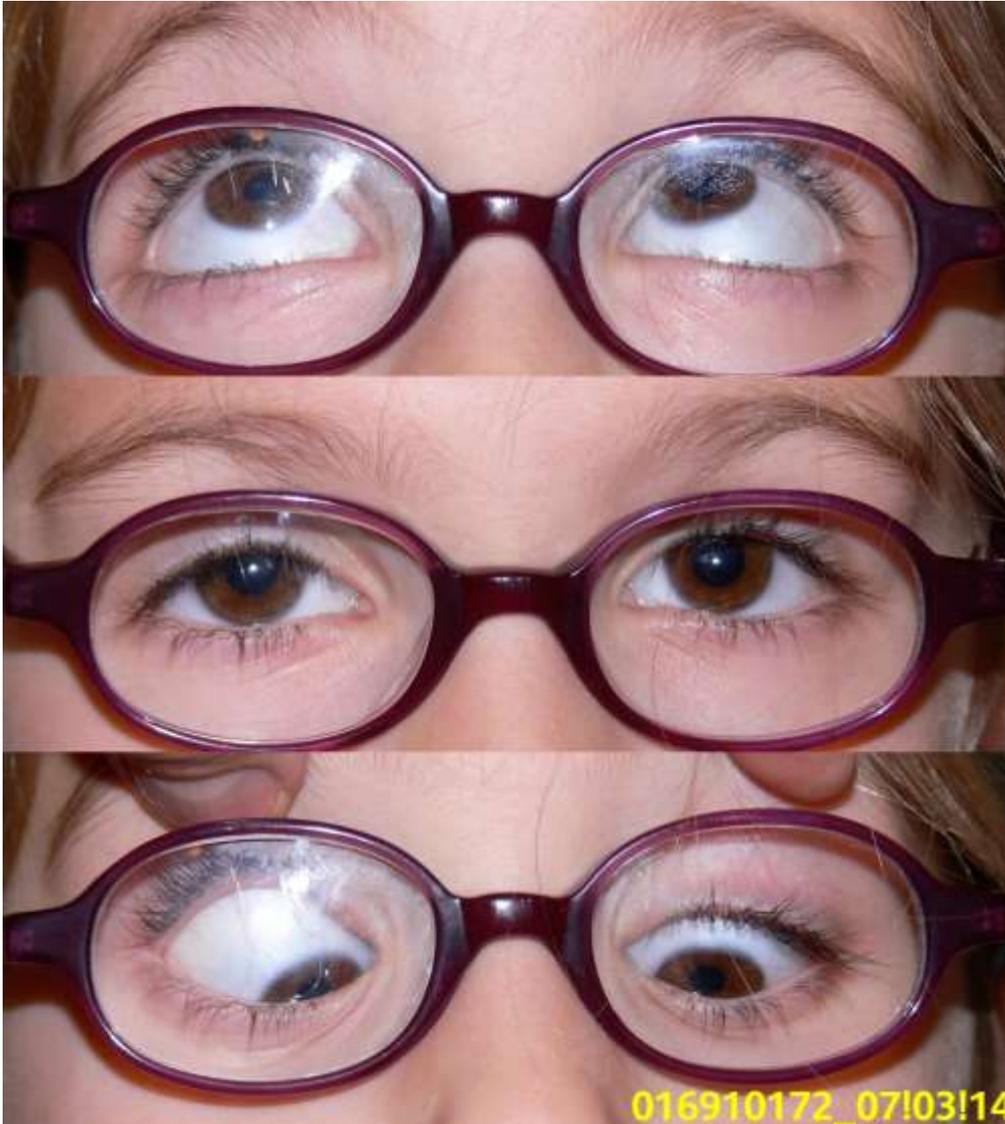


Figure 5 : exemple de syndrome alphabétique en V

Selon P. Knapp (11), c'est FD Costembader qui le premier utilisa une représentation graphique pour décrire les incomitances verticales :

- Un syndrome alphabétique V correspond à une diminution angulaire lorsque le regard s'oriente du haut vers le bas.

- Un syndrome alphabétique A correspond au contraire à une augmentation angulaire lorsque le regard se dirige du haut vers le bas.

Cette incomitance peut être associée aussi bien à une ésoptropie qu'à une exotropie. Classiquement, ne sont considérés comme significatifs que les syndromes dépassant un certain nombre de dioptries prismatiques (11)

- Syndrome alphabétique en V : variation > 15 dioptries prismatiques
- Syndrome alphabétique en A : variation > 10 dioptries prismatiques

Les strabologues ont très tôt remarqué la fréquente association de ces syndromes avec des incomitances de l'œil en adduction lors des mouvements de version (12). Ainsi les syndromes V sont souvent associés à une élévation du globe en adduction, alors que les syndromes A sont associés à un abaissement du globe lors de l'adduction.

3.2. THÉORIES :

Les incomitances verticales sont des pathologies identifiées et reconnues depuis le début de l'observation strabologique. Urrets-Zavalía (13) rapporte que dès 1855 Von Graefe décrit le strabisme « sursoadducteur », identifiant l'élévation de l'œil en adduction. Les hypothèses physiopathologiques pour expliquer cette symptomatologie ont été nombreuses. Si Graefe attribut cette action dès le départ à une hyperaction du muscle petit oblique (1875), d'autres impliquent une stimulation vestibulaire anormale (Ohm 1916) ou des anomalies d'insertion du muscle droit interne (Cords 1922). Pour Bielschowsky, l'hyperaction du muscle oblique inférieur est primitive ; pour d'autres elle serait secondaire à une insuffisance du muscle grand oblique ou du droit supérieur controlatéral (Urrets-Zavalía). Dès 1948 ce dernier remarque la fréquente association entre l'élévation de l'œil en adduction d'une part et la présence d'une incomitance en V dans les regards verticaux. De manière identique les patients présentant un abaissement de l'œil en adduction présentent fréquemment une incomitance verticale de type A.

3.2.1. DYSFONCTION DES MUSCLES DROITS

Martin J. Urist publie en 1951 (14) une série d'observations cliniques améliorées chirurgicalement par une chirurgie des droits horizontaux. Il postule alors que le syndrome alphabétique en V est secondaire à un muscle droit médial hyperactif en convergence et dans le regard en bas, alors que le muscle droit latéral devient hyperactif

dans le regard en haut en au loin. Il n'identifie pas l'origine de cette hyperaction, citant un excès de convergence, une paralysie, une anomalie ligamentaire ou encore une anomalie congénitale.

3.2.2. HYPERACTION DES MUSCLES OBLIQUES

Le tableau d'élévation en adduction identifié dans un syndrome alphabétique en V peut être expliqué par une hyperaction du muscle oblique inférieur ou par une hypo-action du muscle oblique supérieur. Pour Kushner, cette dernière hypothèse est peu probable car la manœuvre de Bielschowsky est généralement négative (15). Une hypothèse émise par Brodsky expliquant l'origine primitive de l'hyperaction des muscles obliques repose sur une désinhibition de réflexes oculomoteurs primitifs (16). Enfin S. Morax (17) rapporte une théorie mécanique émise par F. Monasterio en 1976, dite « théorie de l'arc de contact ». Une anomalie orbitaire primitive, en propulsant le globe en avant et en bas, augmenterait l'arc de contact des muscles oblique et droit inférieurs, les rendant ainsi hyperactifs. Pour certains la notion classique de muscles hypo ou hyperactifs est erronée, renvoyant à la description fonctionnelle d'un tableau plutôt qu'à la représentation de l'état d'un muscle (18).

3.2.3. SAGITTALISATION DES MUSCLES OBLIQUES

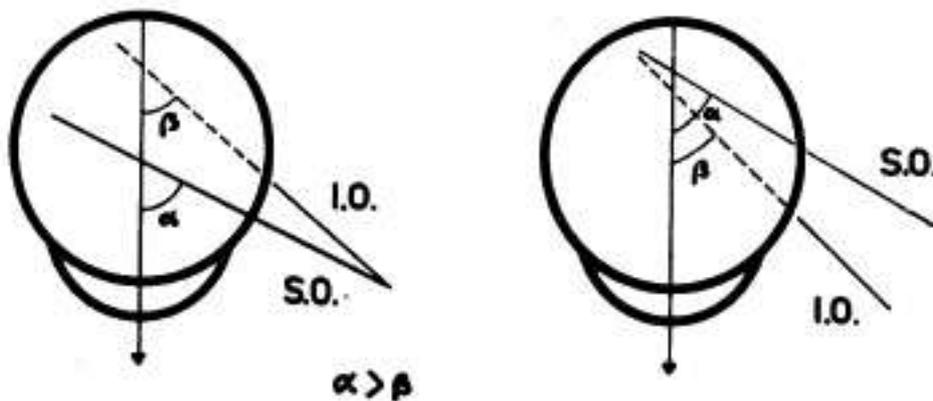


Figure 6 : schématisation de la sagittalisation du muscle oblique inférieur (IO) par rapport au muscle oblique supérieur (SO) selon Gobin (2 possibilités). Gobin MH. Sagittalization of the oblique muscles as a possible cause for the « A », «V » and « X » phenomena. Br J Ophthalmol 1968 Jan ;52(1) :13-8

Cette théorie a été développée par MH Gobin (19) pour expliquer l'efficacité de la procédure chirurgicale de transposition antérieure de l'insertion du muscle oblique

inférieur dans les syndromes V. Selon cette théorie, les syndromes alphabétiques résulteraient de la rupture de parallélisme entre les plans d'action des muscles obliques. Ainsi dans les syndromes alphabétiques A, l'angle formé par le muscle oblique supérieur par rapport à l'axe visuel serait diminué, en raison d'une sagittalisation de ce muscle dont l'insertion est plus postérieure ou la trochlée plus antérieure. Au contraire, le syndrome V serait dû à une sagittalisation du muscle oblique inférieur, en raison d'une insertion plus postérieure. La cyclophorie résultante serait compensée par une contraction adaptative des muscles verticaux. Ce phénomène déséquilibrerait la balance entre les actions horizontales et verticales de ces muscles, provoquant les incomitances horizontales et verticales observées. L'origine de cette perte de parallélisme entre les muscles obliques proviendrait du développement inégal du massif facial. Cependant les travaux récents en imagerie orbitaire et les constatations per-opératoires n'ont pas permis de confirmer cette hypothèse. Ainsi dans une étude anatomique de D. Denis a réalisé une étude anatomique sur 126 globes en comparant les insertions anatomiques de l'oblique inférieur par rapport au limbe et aux autres muscles droits (2 groupes : hyperfonction vs normal). Elle n'a pas retrouvé de corrélation entre la position de l'insertion et l'hyperaction pré opératoire (20).

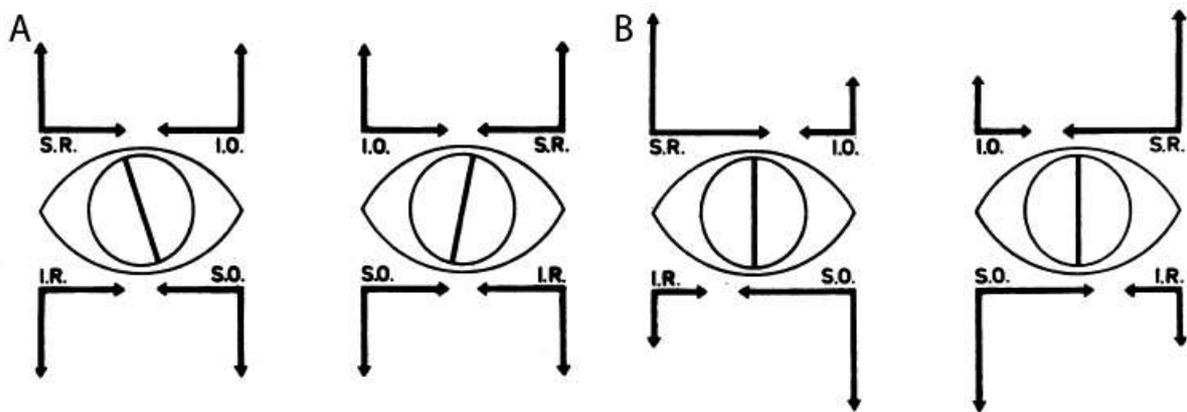


Figure 7 : explication physiologique du syndrome alphabétique en A selon Gobin. La sagittalisation des grands obliques provoque une excyclotorsion. Pour compenser cette torsion anormale, la contraction des muscles (incyclotorseurs) droits supérieurs (SR) et obliques supérieurs (SO) devient plus importantes que celle des muscles (excyclotorseurs) droits inférieurs (IR) et obliques inférieurs (IO). Cette contraction asymétrique provoque le syndrome A. Gobin MH. Sagittalization of the oblique muscles as a possible cause for the « A », «V » and « X » phenomena. Br J Ophthalmol 1968 Jan ;52(1) :13-8

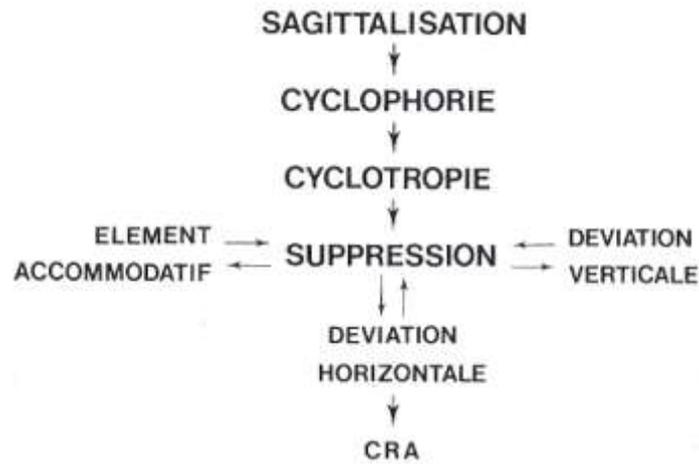


Figure 8 : schématisation de la théorie de Gobin. L'enchaînement des phénomènes provoqués par la sagittalisation des muscles obliques provoque le strabisme.

3.2.4. THÉORIES ANATOMISTES

3.2.4.1. ANOMALIES ORBITAIRES

Urrets-Zavalía est le premier à associer un certain nombre de malformations faciales légères avec ces déviations cycloverticales congénitales (21).

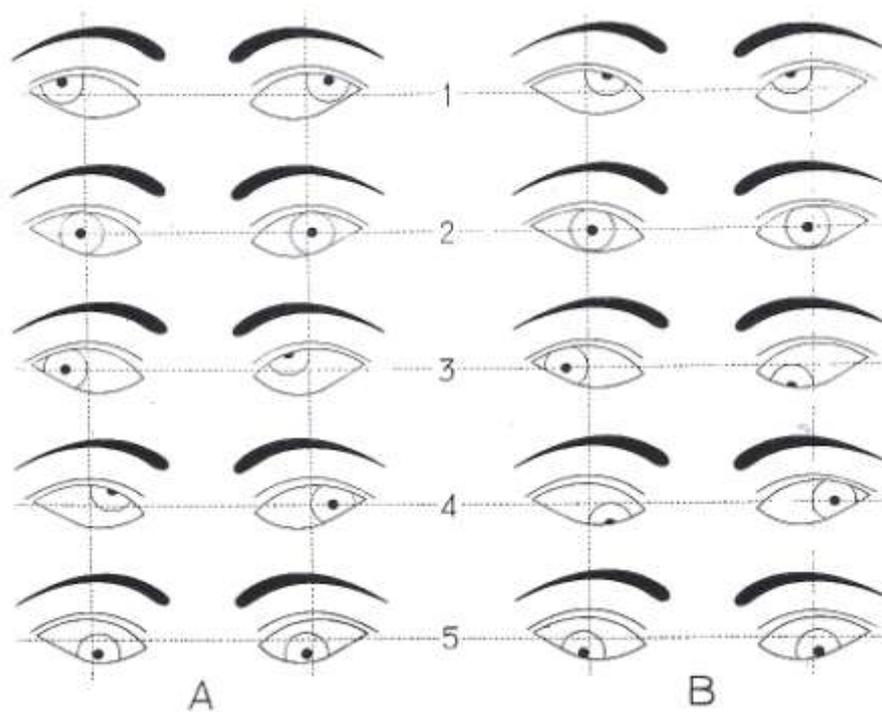


Figure 9 : syndrome V et obliquité anti mongoloïde des fentes palpébrales. URRETS-ZAVALIA A, Jr. Reactions to dissociation and primary insufficiencies of the vertically acting muscles. A discussion on the pathogenesis of the A and V syndromes. Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol 1961 May;65:324-43.

Selon ces observations, les patients présentant un syndrome V ont fréquemment

- Une hypoplasie malaire bilatérale
- Une obliquité vers le bas des fentes palpébrales
- Un bord palpébral inférieur en forme de S.

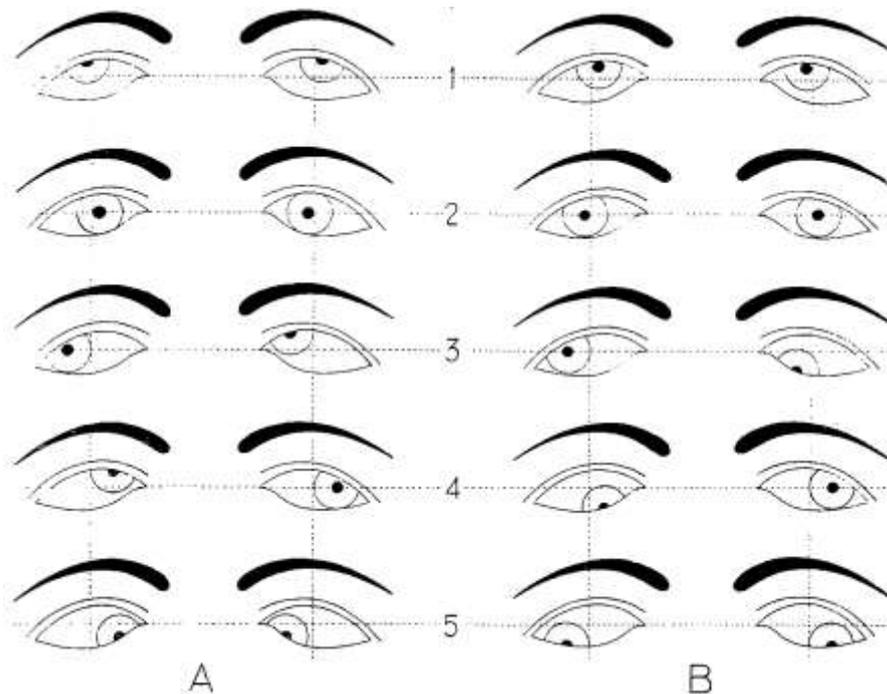


Figure 10 : syndrome A et obliquité mongoloïde des fentes palpébrales. URRETS-ZAVALIA A, Jr. Reactions to dissociation and primary insufficiencies of the vertically acting muscles. A discussion on the pathogenesis of the A and V syndromes. Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol 1961 May;65:324-43.

Les patients présentant un syndrome A avaient à l'opposé

- Une obliquité des fentes palpébrales vers le haut
- Un développement malaire important
- Une marge palpébrale inférieure rectiligne.

Dans une série publiée en 1983 (17), S.Morax rapporte l'étude oculomotrice systématique de 64 anomalies craniofaciales congénitales (télorbitisme, craniofaciostenoses observées dans les syndromes d'Alpert et de Crouzon, plagiocéphalie et syndrome de Franceschetti-Treacher-Collins). 70 % présentent syndrome alphabétique type V associée à une élévation en adduction. Selon l'auteur, l'obliquité antimongoloïde de la fente palpébrale pourrait être le signe d'une torsion de

l'ensemble de l'orbite, provoquant un déplacement théorique des 4 muscles droits verticaux par rapport à leurs plans théoriques horizontaux et verticaux. De ce fait, le droit supérieur devient abducteur et le droit inférieur adducteur (responsable du syndrome V), alors que le droit médial devient élévateur (responsable de l'élévation en adduction).

De nombreux travaux ont confirmé l'association fréquente entre syndrome alphabétique et malformations faciales (22;23). Les anomalies d'insertion des muscles y sont fréquemment rapportées. Ainsi le muscle oblique supérieur n'a pas été retrouvé dans 7 des 9 dysostoses craniofaciales opérés (24). Cependant en dehors des troubles malformatifs profonds, l'étude de l'obliquité des fentes palpébrales et de la position de muscles droits en imagerie ne retrouve pas de différence entre les sujets normaux et les patients atteints d'un syndrome alphabétique (25).

3.2.4.2. ANOMALIES DES POULIES TÉNONIENNES

JL Demer a développé une théorie différente mais reposant également sur des anomalies anatomiques orbitaires pour expliquer le syndrome alphabétique. Cette théorie se base sur la malposition des poulies ténoniennes constatées dans un certain nombre de cas étudiés en imagerie par résonance magnétique à haute définition (26). Une poulie est considérée comme hétérotopique si elle est placée à plus de deux déviations standard par rapport à la normale. Ainsi 3 patients présentant cliniquement tableau d'hyperaction du muscle oblique inférieur présentaient un abaissement de la poulie du muscle droit latéral. Parmi les 4 patients présentant un tableau d'hyperaction du muscle oblique supérieur, tous présentaient au moins une élévation anormale de la poulie du muscle droit latéral. Une simulation des mouvements oculaires en utilisant les références anatomiques anormales des poulies permettait de retrouver le tableau clinique sans modifier l'innervation du couple musculaire oblique. Les travaux de Demer ont montré que des anomalies de position des poulies ténoniennes pouvaient mimer un tableau clinique d'hyperaction des muscles obliques. Si ce mécanisme est probablement responsable d'une partie des anomalies alphabétiques, une recherche d'anomalies des poulies en IRM et histologiquement (27) s'est avéré infructueux sur des singes strabiques (naturellement ou post-prismation).

- Le muscle droit médial devient partiellement élévateur
- Le muscle droit latéral devient partiellement abaisseur
- Le muscle droit supérieur devient partiellement abducteur
- Le muscle droit inférieur devient partiellement adducteur

Ainsi les muscles verticaux deviennent responsables de l'incomitance verticale, avec tendance à la divergence dans le regard en haut et à la convergence dans le regard en bas. Les muscles horizontaux sont responsables de l'élévation du globe lors de l'adduction, mimant un tableau d'hyperaction des muscles obliques inférieurs. Par analogie, une incyclotorsion du globe produit un syndrome alphabétique en A avec un abaissement du globe lors de l'adduction.

Weiss identifie cette pseudo-ectopie maculaire dans 20 % de 500 strabismes étudiés (29). Elle est accompagnée d'une rotation de la tâche aveugle lors de la campimétrie. Selon l'auteur, l'existence d'une torsion importante est incompatible avec l'établissement d'une vision binoculaire. L'origine de cette rotation n'est pas identifiée, l'auteur suspectant à la fois des facteurs anatomiques (rotations des orbites dans leur ensemble) et des facteurs innervationnels : hyperaction des muscles obliques inférieurs par trouble accommodatif (la branche inférieure du III qui innerve le muscle oblique inférieur innerve également le muscle ciliaire), paralysie du muscle oblique supérieur. L'auteur propose comme traitement chirurgical une action combinée sur les muscles obliques, permettant de corriger en un temps la torsion de l'ensemble des insertions musculaires (30).

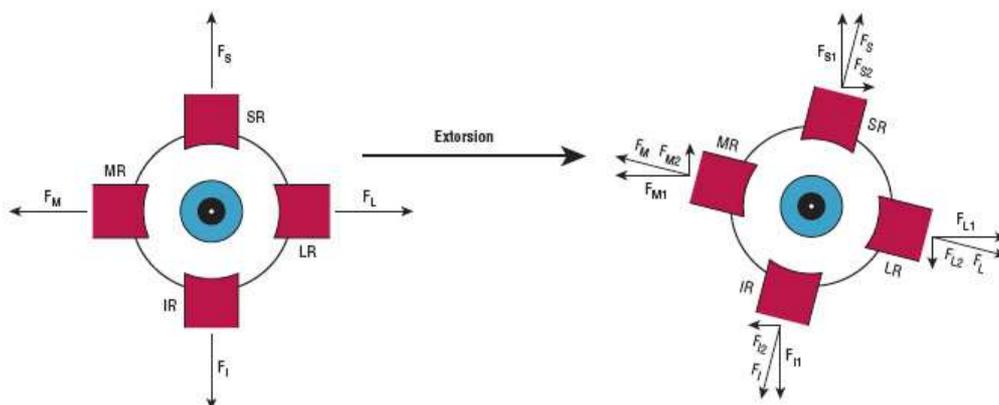


Figure 12 : reprise de la théorie de Weiss par Kushner. Kushner BJ. The role of ocular torsion on the etiology of A and V patterns. J Pediatr Ophthalmol Strabismus 1985 Sep;22(5):171-9.

Cette théorie est reprise par BJ Kushner, qui fait de la torsion du globe une des étiologies des syndromes alphabétiques (31). Le tableau d'hyperaction des muscles obliques observés serait ainsi provoqué ou renforcé par les actions secondaires parasites de muscles droits.

3.2.6. THÉORIE SENSORIELLE TORSIONNELLE DE GUYTON

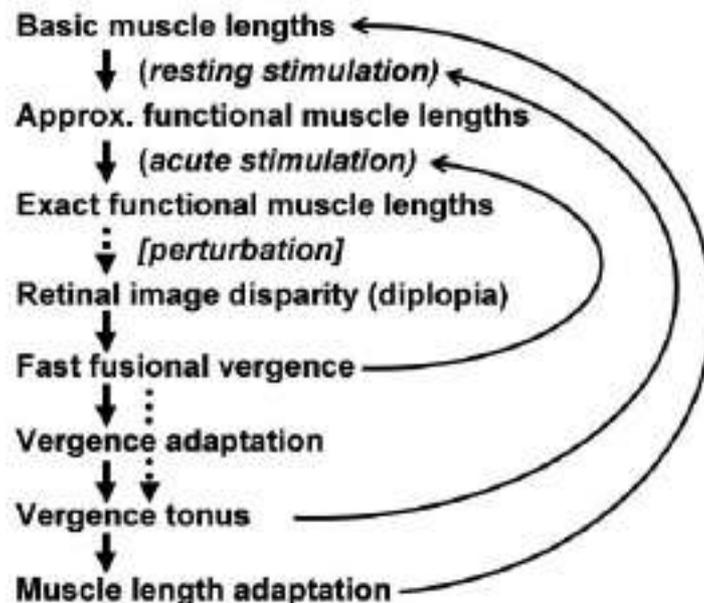


Figure 13 : boucle fermée de l'équilibre binoculaire selon Guyton. Guyton DL. Ocular torsion reveals the mechanisms of cyclovertical strabismus: the Weisenfeld lecture. Invest Ophthalmol Vis Sci 2008 Mar;49(3):847-57, 846.

Guyton remarque lui aussi la fréquente association entre syndromes alphabétiques, les tableaux d'hyperaction de muscles obliques et les anomalies torsionnelles au fond d'œil (32). Selon lui, l'équilibre binoculaire est organisé comme une boucle fermée où les impulsions sensorielles (comme la disparité rétinienne) modifient le tonus de vergence, influant sur la position des axes oculaires. À terme, les muscles s'adaptent à leur position, modifiant leur architecture. Une position d'équilibre s'établit alors entre le tonus vergentiel et la position musculaire. En prenant l'exemple de l'exotropie sensoriel, Guyton explique que la perte de fusion fovéolaire aboutit à un dérèglement des mécanismes d'adaptation à long terme, ouvrant la boucle sensori-motrice qui devient partiellement autonome.

Le niveau basal d'influx moteurs est alors biaisé, amenant lentement les mécanismes d'adaptation de la longueur musculaire des droits horizontaux dans une direction, celle de l'exotropie. Par analogie avec ce mécanisme, Guyton propose que la perte de fusion

puisse parfois amener à une variation du tonus basal des muscles obliques, les globes évoluant lentement vers l'excyclotorsion ou l'incyclotorsion. Dans le cadre d'un syndrome V, les muscles obliques s'adaptent alors à leur position, avec un muscle oblique supérieur allongé et un muscle oblique inférieur raccourci. Guyton combine cette théorie avec celle développée par Weiss, expliquant alors par la torsion des plans d'action des muscles droits les tableaux d'élévation ou d'abaissement en adduction et les incomitances verticales associées. Pour illustrer cette théorie, il compare le devenir d'un groupe de 21 exotropies intermittentes surcorrigées chirurgicalement (33). Ce groupe est intéressant car les patients ont démontré (au moins partiellement) des capacités de fusion préopératoire, fusion disparue en postopératoire. Alors qu'aucune incomitance verticale n'a été détectée initialement, un syndrome alphabétique apparaît chez 19 % à 4 semaines et chez 43 % à 2 ans. Dans le même temps, seul un patient du groupe contrôle apparié développe une incomitance verticale, concomitante à une aggravation de son exotropie et à une perte de ses capacités fusionnelles. Ces éléments sont compatibles avec ce qu'il appelle « la théorie sensorielle torsionnelle du développement des syndromes alphabétiques ».

À partir de la même hypothèse, Kushner conclut qu'avec le temps le muscle oblique inférieur se raccourcit, augmentant ainsi sa force élastique. La force d'un muscle est la somme de ses forces contractiles et élastiques. Ainsi l'élévation en adduction n'est alors pas secondaire à un droit médial surélevé, mais à une augmentation de force du muscle oblique inférieur (15).

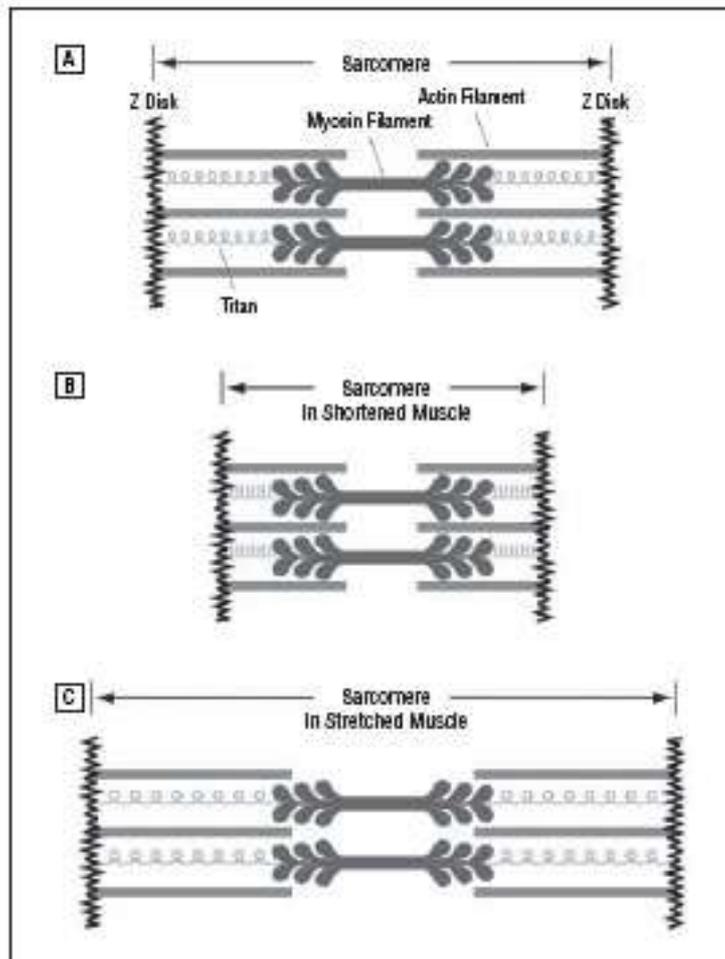


Figure 14 : schématisation d'un sarcomère sur un muscle normal (A), un muscle raccourci (B) et un muscle allongé (C). Kushner BJ. Multiple mechanisms of extraocular muscle "overaction". Arch Ophthalmol 2006 May;124(5):680-8

3.2.7. SYNDROME TORSIONNEL

Les deux dernières théories permettent ainsi d'identifier une origine commune à une grande partie des syndromes alphabétiques, regroupés sous le nom de syndrome torsionnel.

Le syndrome extorsionnel correspond à l'association :

- Syndrome alphabétique en V
- Élévation en adduction
- excyclotorsion au fond d'œil

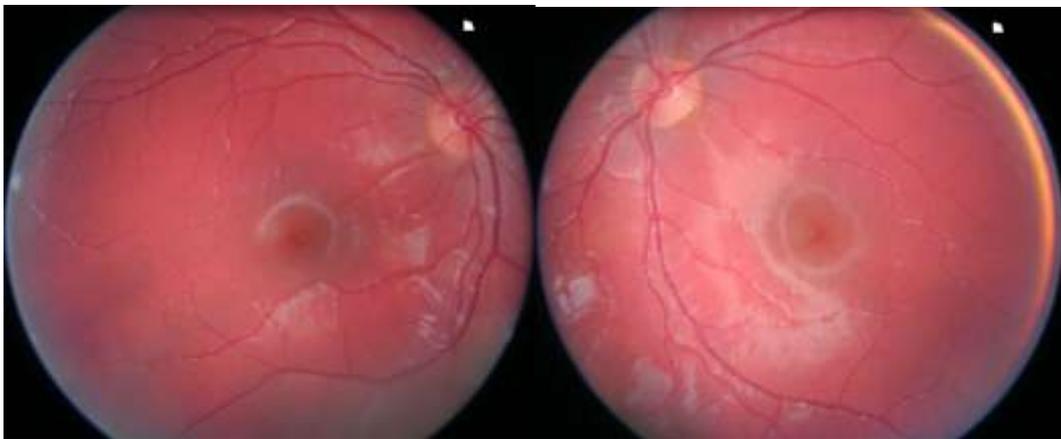


Figure 15 : exemple d'extorsion significative visible au fond d'œil. Le pôle inférieur de la papille est situé très au dessus de la ligne horizontale passant par la fovéa.

Le syndrome intorsionnel correspond à l'association :

- Syndrome alphabétique en A
- Abaissement en adduction
- incyclotorsion au fond d'œil

4. CHIRURGIE DES MUSCLES OBLIQUES :

4.1. CHIRURGIES DU MUSCLE OBLIQUE INFÉRIEUR (34):

4.1.1. Capture du muscle oblique inférieur :

L'incision conjonctivale bulbaire est réalisée dans le quadrant inférotemporal, à 8 mm du limbe. Puis une incision ténonienne est effectuée jusqu'à exposition sclérale. Un crochet est mis en place sous le muscle droit latéral, et le muscle oblique inférieur est exposé par un autre crochet tracté en dehors et en haut. Il faut alors réaliser une dissection de l'ensemble des attaches sur le globe, puis une section de l'insertion musculaire jusque dans sa partie postérieure (contrôle du geste sous microscope opératoire).

4.1.2. Affaiblissement du muscle oblique inférieur :

4.1.2.1. Ténotomie libre – désinsertion :

Le tendon est coupé dans son ensemble et le muscle est laissé libre, sans réinsertion sclérale. Cette technique chirurgicale aurait un effet d'auto-ajustement, le muscle s'insérant de lui-même en fonction de son hyperactivité (35). Cependant cette réinsertion peut se faire de façon très aléatoire et expose à des complications postopératoires immédiates ou à des reprises chirurgicales compliquées.

4.1.2.2. Le recul classique :

Reculer le muscle le long de son trajet musculaire permet de relâcher sa tension musculaire, affaiblissant son action en diminuant sa force élastique. Il existe de nombreuses procédures de recul, variant selon l'effet recherché. La plupart des auteurs ne réinsèrent que le chef antérieur du tendon. Une scléropexie postérieure est parfois réalisée, permettant d'éviter un twist musculaire (inversion de l'insertion qui migre en avant de l'équateur, modifiant l'action du muscle).

Le recul de 8 mm est réalisé en insérant le chef antérieur au niveau du point de Fink. Il se situe le long de la ligne d'action du muscle, à 6 mm du bord inférieur du droit latéral.

Le recul de 10 mm est réalisé en insérant le chef antérieur au niveau du point de Scheie-Parks. Il se situe 3 mm en arrière et 2 mm en dehors de l'insertion temporale du droit inférieur.

Le recul de 12 mm est réalisé en insérant le chef antérieur le long du bord temporal du droit inférieur, à 4 mm de son insertion.

4.1.2.3. Le recul gradué :

Le muscle droit latéral est chargé sur un crochet droit, puis récliné en supérieur. Le bord antérieur du muscle oblique inférieur est repéré, et sa ligne d'action est marquée sur la sclère à l'aide de la pointe coagulante. Le muscle est chargé sur un crochet à oblique, et son insertion est individualisée. Une marque est portée à la pointe coagulante le long de la ligne d'action sclérale du muscle à partir de son insertion antérieure. Cette marque quantifiée par un compas (6 à 12 mm selon les besoins opératoires) permet d'identifier le recul à réaliser. Le muscle oblique inférieur est alors désinséré (après avoir éventuellement été placé sur un myocanther), puis les chefs antérieur et postérieur sont chargés sur deux fils de Vicryl 6.0. Le chef postérieur est réinséré en regard de la marque portée, le plus en arrière de l'équateur. Le chef antérieur est ensuite inséré sur la marque portée. Le plan conjonctivo-ténonien est ensuite suturé par un surjet passé de Vicryl 7.0. L'avantage de cette technique par rapport au recul classique est double : respect de la ligne d'action du muscle sur le globe (pas d'antéroposition) et plus grande possibilité de dosage chirurgical (recul de 6 à 12 mm en fonction de la clinique).

<http://www.strabisme.net/videos/VideosChir/ChirBaseObli/ChirBaseObli.html>

4.1.2.4. L'antéroposition :

Après individualisation et désinsertion du muscle oblique inférieur, celui-ci est réinséré au niveau de l'équateur ou en avant. Cela correspond à déplacer le muscle dans une position plus antérieure que son insertion primitive. Par cette technique, Gobin pense diminuer son action verticale, transformant un élévateur en abaisseur. Cette technique freine efficacement l'élévation en adduction. Plus l'insertion du muscle est placée en avant, plus l'effet freinateur est important. Elle diminue par ailleurs la déviation verticale dissociée éventuellement associée (36).

4.1.3. Renforcement de l'oblique inférieur :

Il est réalisé par une résection du muscle oblique inférieur. Le muscle est abordé par la même voie que celle du recul. Une fois individualisé, le muscle est désinséré puis tendu sur la cornée à l'aide de deux pinces de baraquier Saint-Martin. Des marques sont placées de part et d'autre de son tendon à l'aide du compas et de la pointe coagulante, permettant de visualiser la quantité de muscle à supprimer (6 à 12 mm selon les paramètres cliniques et opératoires). L'extrémité est réséquée, et les chefs antérieur et postérieur chargés sur deux fils de Vicryl 6.0 avant d'être réinséré au niveau de l'insertion d'origine.

4.2. CHIRURGIE DU MUSCLE OBLIQUE SUPÉRIEUR (37):

4.2.1. Abord du muscle oblique supérieur

Le chirurgien est placé à la tête du patient, ouvrant la conjonctive au limbe (adulte) ou en regard de l'insertion du droit supérieur avec une extension temporale chez l'enfant. Le droit supérieur est mis en charge sur un crochet, et le chef antérieur du muscle oblique est visible 5 mm en arrière de son insertion temporale. L'ensemble de son insertion peut être visualisé en plaçant un écarteur de Bonn, ainsi que la veine vortiqueuse.

4.2.2. Renforcement de l'oblique supérieur :

4.2.2.1. Résection (technique de Caldeira)

Après individualisation, le muscle est désinséré aux ciseaux de Castroviejo, en vérifiant bien l'absence d'ancrage postérieur résiduel. Un fil tracteur est placé au niveau du chef antérieur, puis le muscle est allongé vers le canthus externe (le long de sa direction initiale). La portion à réséquer est marquée à l'aide d'un compas, deux fils sont passés aux bords antérieur et postérieur du marquage (individualisé avec un clip droit et un clip courbe). La portion à réséquer est retirée, le chef postérieur est réinséré en premier au niveau postérieur de l'insertion primitive ou au voisinage de la vortiqueuse temporale. Le chef antérieur est ensuite réinséré.

4.2.2.2. Plissement en bloc de l'insertion :

L'abord du muscle oblique supérieur par voies temporale et nasale du droit supérieur est nécessaire. Après réalisation d'un test d'élongation musculaire du droit supérieur, celui-ci est porté par un crochet droit. L'insertion du muscle oblique supérieur est

identifiée le long du bord temporal du droit supérieur, et la localisation des chefs antérieur et postérieur est marquée à la pointe coagulante. Le muscle droit supérieur est déporté en temporal, permettant de charger le tendon de l'oblique supérieur sur un crochet à oblique. À l'aide d'un compas et de la pointe coagulante, deux marques sont portées le long du bord antérieur et du bord postérieur du tendon du muscle oblique tendu, distantes de 6 à 12 millimètres par rapport à l'insertion sclérale et permettant d'identifier la portion de muscle à plisser. Deux aiguilles de Vicryl 6.0 sont ensuite passées au niveau de ces marques (nœud de cabestan), puis glissent sous le muscle droit supérieur pour s'insérer au niveau des insertions sclérales des chefs antérieur et postérieur de l'oblique. Le plissement est ensuite réalisé en rapprochant le passage tendineux du passage scléral au niveau postérieur puis antérieur. Le plan conjonctivo-ténonien est ensuite suturé par un surjet passé de Vicryl

<http://www.strabisme.net/videos/VideosChir/ChirBaseObII/ChirBaseObII.html>

4.2.3. Affaiblissement de l'oblique supérieur (Recul gradué de Caldeira) :

Il est en général réalisé par un recul du muscle oblique supérieur. L'abord du muscle oblique supérieur par voies temporale et nasale du droit supérieur est nécessaire. La direction du tendon est marquée sur la sclère par une pointe coagulante le long de son bord antérieur. Le chef antérieur est identifié par un fil passé, puis le muscle est désinséré et le chef postérieur est à son tour passé sur un fil (clip courbe). La quantité de recul est marquée à l'aide du compas sur la ligne d'action du muscle. Le point postérieur est placé 5 mm en arrière sur la ligne longitudinale passant par le point antérieur. Les deux points doivent alors se présenter de façon oblique par rapport au droit supérieur. Le chef antérieur est ensuite réinséré.

4.3. TECHNIQUE DE HARADA-ITO :

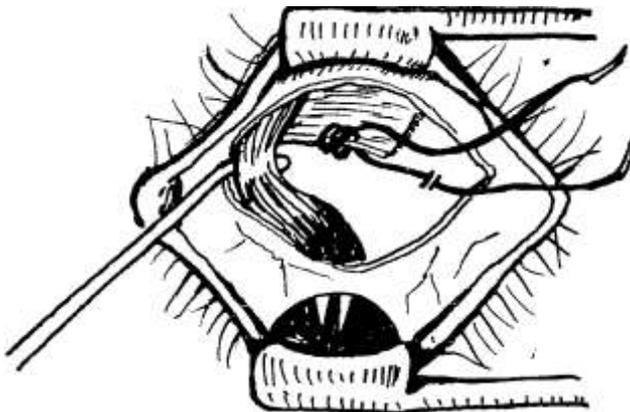
Harada et Ito proposent en 1968 une nouvelle technique dans les strabismes torsionnels (38). Elle est basée sur le principe que les fibres les plus antérieures des muscles obliques ont un effet torsionnel sur le globe, alors que les fibres les plus postérieures ont une action verticale. Ainsi le renforcement ou l'affaiblissement de la portion antérieure du muscle oblique aura un effet purement torsionnel, et les auteurs définissent 4 procédures chirurgicales selon l'effet souhaité :

- Avancement antérieur partiel du muscle oblique supérieur : effet intorseur

- Recul antérieur partiel du muscle oblique supérieur : effet extorseur
- Avancement antérieur partiel du muscle oblique inférieur : effet extorseur
- Recul antérieur partiel du muscle oblique inférieur : effet intorseur

L'avancement de 1 mm résoudrait 3° de torsion, alors que le recul de 1 mm traiterait 2° de torsion. Ces chirurgies étaient initialement réalisées sans microscope et sous anesthésie locale.

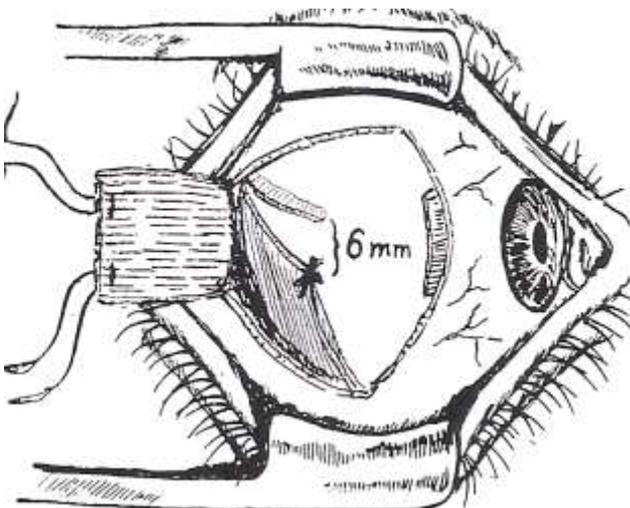
Avancement antérieur partiel du muscle oblique supérieur :



Après exposition et déjantage du muscle droit supérieur par un crochet, la portion antérieure du tendon de l'oblique supérieur est avancée sans couper le tendon. Cette technique s'apparente ainsi à un plissement du chef antérieur.

Figure 16 : illustration originale de l'avancement du chef antérieur du muscle oblique supérieur.

Recul antérieur partiel du muscle oblique supérieur :



Après dépose du muscle droit externe, la portion antérieure du muscle oblique inférieur est reculée puis le muscle droit externe est réinséré.

Figure 17 : illustration originale du recul du chef antérieur du muscle oblique inférieur.

5. CHIRURGIE DU SYNDROME ALPHABÉTIQUE :

5.1. ACTION SUR LES MUSCLES DROITS HORIZONTAUX :

5.1.1. Technique de Costenbader-Knapp :

Il s'agit de transposer verticalement les insertions des muscles droits horizontaux. Classiquement, l'insertion des droits médiaux est déplacée 5 mm vers la pointe du syndrome (en haut pour les A, en bas pour les V). Les droits latéraux peuvent être déplacés dans l'autre sens. Une étude sur 18 patients opérés d'un syndrome A (39) révèle que l'importance du gain obtenu par cette chirurgie est corrélée à l'amplitude du syndrome pré opératoire et non à la quantité d'élévation effectuée.

5.1.2. Transposition oblique des insertions des muscles droits horizontaux

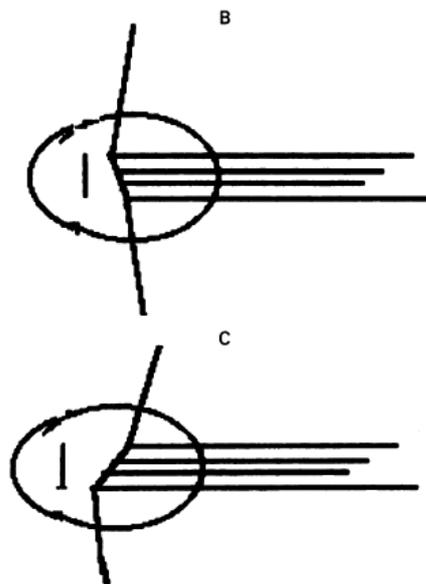


Figure 18 : illustration d'un recul du droit médial associé à une réinsertion oblique dans les syndromes V (en haut) et dans les syndromes A (en bas). Biedner B, Rothkoff L. Treatment for 'A' or 'V' pattern esotropia by slanting muscle insertion. Br J Ophthalmol 1995 Sep;79(9):807-8.

Technique de Boyd (40): Pour traiter un syndrome V, Boyd propose de réaliser un recul du chef inférieur du droit médial plus important que le chef supérieur. L'inverse est réalisé pour traiter un syndrome A. Cette technique induirait moins d'effets secondaires torsionnels que les déplacements des muscles droits.

5.1.3. Ténotomie partielle du muscle droit médial ou droit latéral :

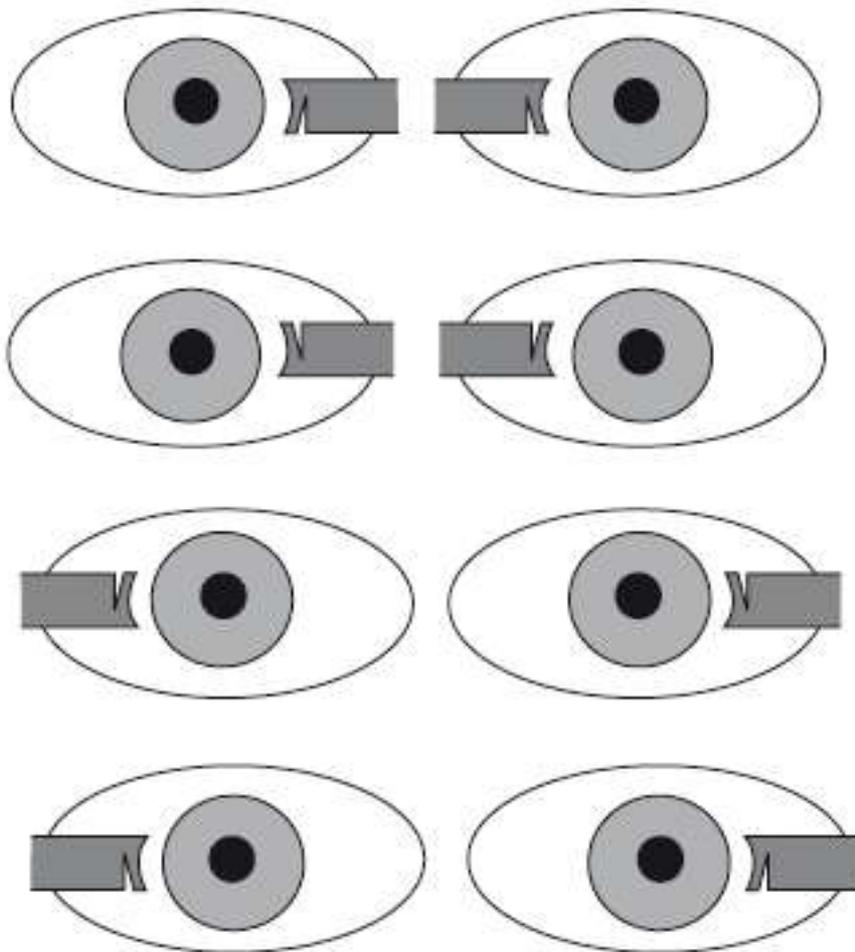


Figure 19 : illustration des ténotomies partielles des muscles droits horizontaux en fonction du strabisme horizontal et du syndrome alphabétique associé. van der Meulen-Schot HM, van der Meulen SB, Simonsz HJ. Caudal or cranial partial tenotomy of the horizontal rectus muscles in A and V pattern strabismus. Br J Ophthalmol 2008 Feb;92(2):245-51

Une ténotomie bilatérale partielle inférieure ou supérieure d'un muscle droit a été recommandée (41) chez les patients avec une incomitance verticale mais un angle de déviation avoisinant zéro dans l'une des regards. Pour les ésootropies, l'action se porte sur le droit médial : la ténotomie est inférieure pour les syndromes A et supérieure pour les syndromes V. Pour les exotropies, la ténotomie est réalisée sur le droit latéral : en inférieure pour les syndromes V et en supérieure pour les syndromes A.

5.2. ACTION SUR LES MUSCLES DROITS VERTICAUX :

5.2.1. Transposition horizontale des muscles droits verticaux :

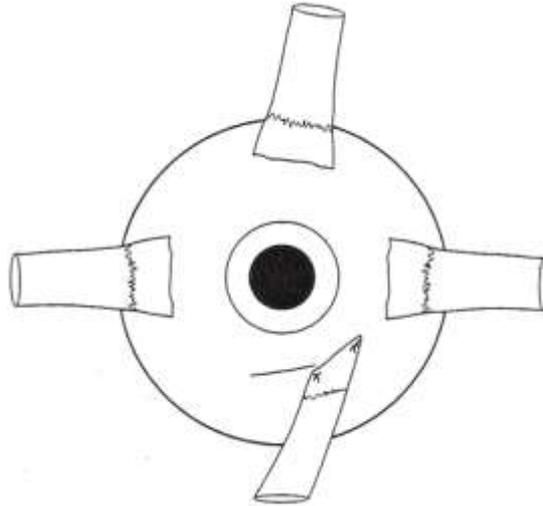


Figure 20 : déplacement nasal du muscle droit inférieur dans le cadre d'un syndrome V. von Noorden GK, Jenkins RH, Chu MW. Horizontal transposition of the vertical rectus muscles for cyclotropia. Am J Ophthalmol 1996 Sep;122(3):325-30.

Pour traiter un syndrome V, il faut déplacer en nasal l'insertion du muscle droit inférieur ou en temporal l'insertion du muscle droit supérieur (42;43). L'inverse doit être fait pour traiter un syndrome A : déplacement nasal du muscle droit supérieur ou temporal du droit inférieur (43;44). von Noorden préconise cette intervention dans les cas de cyclotropies pures sans atteintes verticales, après échec d'une procédure type Harada-Ito. Elle permet de gagner 7° de torsion subjective (mesurée à la double torche de Maddox) et serait plus efficace que le déplacement vertical des muscles droits horizontaux.

5.2.2. Variantes chirurgicales :

Une ténotomie des fibres nasale du droit supérieur ou un recul du bord inférieur avec avancement du bord supérieur du droit médial a été proposée par WH Fink. D'autres ont préconisé la transposition temporale d'une bandelette du droit supérieur (44).

5.3. ACTION SUR LES MUSCLES OBLIQUES (SYNDROME V) :

5.3.1. AFFAIBLISSEMENT DU MUSCLE OBLIQUE INFÉRIEUR :

5.3.1.1. Ténotomie libre totale :

Cette procédure expose au risque de migration de l'insertion d'origine dans une zone non prédictible, modifiant l'action musculaire et exposant à des complications postopératoires difficiles. Pour éviter cela, certains ne réalisent qu'une ténectomie de la partie antérieure de l'insertion. D'autres ont proposé d'amarrer le muscle désinséré au périoste (45). Il est alors possible d'obtenir un profond affaiblissement musculaire, au prix d'une paralysie complète de son action.

5.3.1.2. Recul classique ou recul gradué :

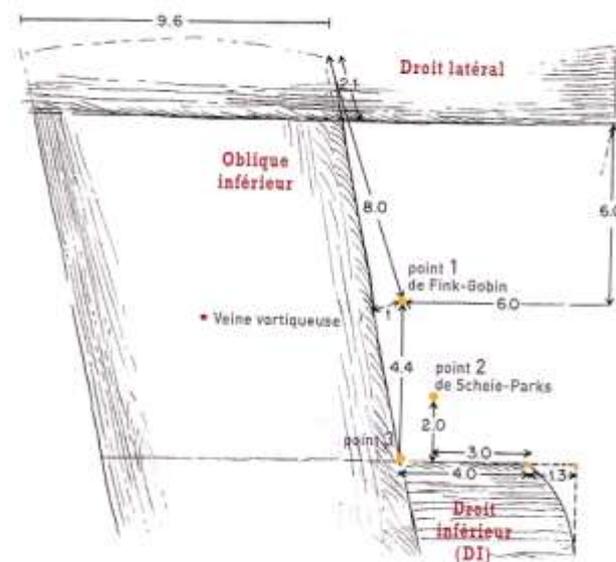


Figure 21 : illustration des repères anatomiques utilisés pour effectuer un recul gradué standard. Le point de Fink-Gobin correspond à un recul théorique de 8 mm, celui de Scheie-Parks à un recul de 10 mm, le point 3 sur le bord latéral du droit inférieur à un recul de 12 mm. Illustration issue de Espinasse-Berrod MA. Chirurgie de l'oblique inférieur. In: Elsevier, editor. Strabologie, approches diagnostique et thérapeutique. 2 ed. Paris: 2008. p. 318-21.

La plupart des auteurs s'accordent sur la nécessité de quantifier le recul en fonction de l'importance du syndrome alphabétique. Une prise ne charge classique consiste à reculer le muscle oblique inférieur de 8 mm pour une incomitance comprise entre 15 et 20 Δ, 10 mm pour une incomitance entre 21 et 30 Δ, recul maximum pour une

incomitance supérieure à 30 Δ. Une étude rétrospective (46) portant sur la prise en charge chirurgicale de 330 syndromes alphabétiques (dont 72 % de syndrome V) retrouve 83 % d'amélioration (définie comme une incomitance verticale < 10 Δ), 13 % de sous-correction et 4 % de surcorrection (dont 0,6 % supérieure à 10 Δ). Ces résultats sont meilleurs que ceux rapportés dans la chirurgie de transposition des muscles droits.

5.3.1.3. Technique de Harada-Ito

Un recul antérieur partiel du muscle oblique inférieur permet d'affaiblir sélectivement ce muscle. Selon certain, cet affaiblissement porterait plutôt sur son action torsive.

5.3.1.4. Antéroposition du muscle oblique inférieur :

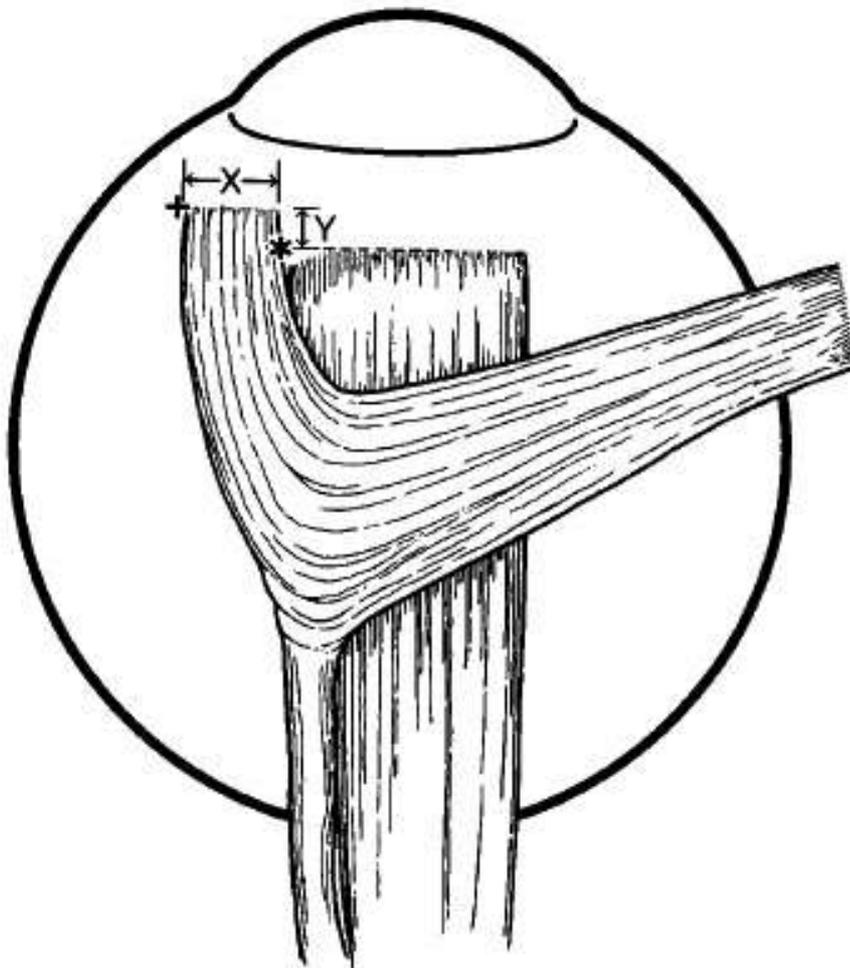


Figure 22 : illustration d'une antéroposition du muscle oblique inférieur. Saunders RA, Kruger SJ, Lall-Trail JK, Rust PF. A 10-year overview of double elevator muscle weakening procedures. Arch Ophthalmol 2007 May;125(5):634-8.

Après chirurgie, les patients peuvent présenter un déficit d'élévation en adduction (jusqu'à 40 %), incyclotorsion et ésoptropie dans le regard en haut. Un syndrome d'antiélévation peut se développer, avec limitation de l'élévation de l'œil opéré en abduction et hyperaction de l'œil controlatéral, surtout si le muscle est placé plus de 1 mm en avant de l'insertion du droit inférieur (47). Cette procédure chirurgicale, comparée au recul classique, provoque plus de déficit d'élévation et de syndrome Y (48).

5.3.2. RENFORCEMENT DU MUSCLE OBLIQUE SUPÉRIEUR :

5.3.2.1. Résection de Caldeira ou plissement en bloc de l'insertion

Cette technique a été initialement décrite pour traiter les paralysies congénitales ou acquises de la 4^e paire crânienne. Il n'y a pas de données de la littérature concernant son utilisation dans les syndromes V.

5.3.2.2. Technique de Harada-Ito

Pour renforcer le muscle, il faut réaliser un avancement ou un plissement de son chef antérieur.

5.4. ACTION SUR LES MUSCLES OBLIQUES (SYNDROME A)

5.4.1. AFFAIBLISSEMENT DU MUSCLE OBLIQUE SUPÉRIEUR :

5.4.1.1. Ténotomies et ténectomies

Pour affaiblir le muscle oblique supérieur, certains ont proposé de réaliser une ténotomie libre totale, d'autres une ténectomie postérieure ou marginale. Ces techniques ont été les premières utilisées pour affaiblir directement le muscle oblique supérieur. Elles ont l'inconvénient d'être irréversible et non dosable en fonction de l'amplitude du syndrome. Par ailleurs leurs effets sont imprévisibles, ne pouvant prévoir où le muscle oblique se réinsérera.

5.4.1.2. Recul gradué de Caldeira

Après description de sa technique (49), Caldeira traite 12 patients présentant un syndrome A par un recul gradué de grande ampleur (entre 11 et 15 mm). Une sous-correction était obtenue chez 4 patients, et une surcorrection chez 3 autres (dont une seule supérieure à 10 dioptries). La correction moyenne de l'incomitance verticale était

de 26 dioptries. Cette technique permet d'obtenir une relation linéaire entre la quantité de recul et la diminution du syndrome alphabétique. Il existe également une bonne corrélation entre la quantité d'hyperaction pré opératoire du muscle oblique supérieur et l'efficacité de la chirurgie (50).

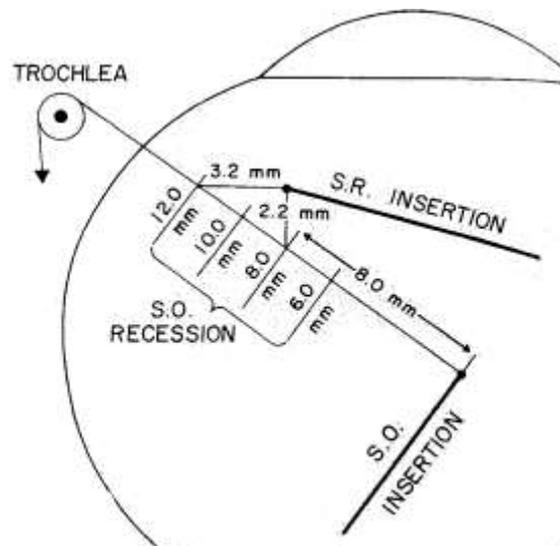


Figure 23 : illustration d'une technique graduée de recul du muscle oblique supérieur. Romano P, Roholt P. Measured graduated recession of the superior oblique muscle. J Pediatr Ophthalmol Strabismus 1983 Jul;20(4):134-40.

5.4.1.3. Technique de Harada-Ito

La technique consiste à réaliser un recul du chef antérieur du muscle oblique inférieur.

5.4.2. RENFORCEMENT DU MUSCLE OBLIQUE INFÉRIEUR :

5.4.2.1. Résection du muscle oblique inférieur :

Cette technique n'est pas utilisée couramment, en raison des difficultés de sa réalisation. Elle est considérée parfois comme non efficace (34).

5.4.2.2. Avancement de l'insertion selon sa ligne d'action :

Après avoir été désinséré, le muscle est glissé sous le droit latéral et ancré 2 mm au-delà de son bord supérieur, 8 mm en arrière de son insertion sclérale. Sur une série de 5 patients (51), 4 ont été améliorés (diminution du syndrome de 20 à 25 dioptries).

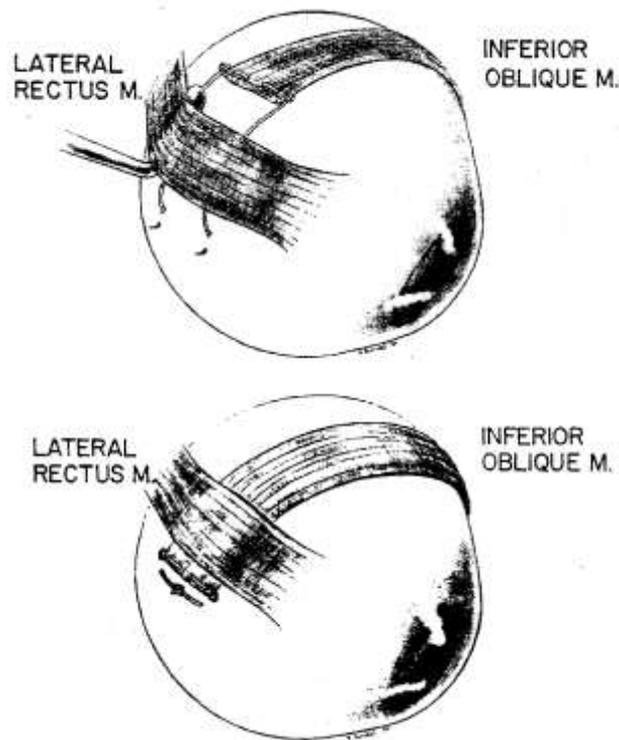


Figure 24 : Avancement du muscle oblique inférieur. Goldstein JH. Inferior oblique advancement for "A" pattern esotropia. *Ophthalmic Surg* 1986 Jul;17(7):412-4.

5.4.2.3. Technique de Harada-Ito

Pour renforcer le muscle oblique inférieur, Harada et Ito propose d'avancer le chef antérieur du muscle.

5.5. CHOIX DE LA TECHNIQUE :

Les premières interventions pour traiter un syndrome alphabétique ont porté sur les muscles droits horizontaux. Ainsi Urist a publié des observations dans lesquels l'incomitance verticale a été traitée par un simple recul des muscles droits médiaux (14). Par la suite ses contemporains proposeront de déplacer verticalement les insertions horizontales ou horizontalement les insertions verticales. Ces protocoles chirurgicaux relevés à la fois sur des hypothèses physiopathologiques (incomitance verticale secondaire à un dysfonctionnement ou à une malposition de ces muscles), mais aussi sur les limitations techniques de la chirurgie strabologique. Les ténectomies libres ou partielles des muscles obliques étaient alors la seule possibilité d'agir sur ce couple musculaire sans majorer le risque de la chirurgie.

À mesure que la microchirurgie s'est développée, les techniques se sont raffinées et la chirurgie s'est concentrée sur les muscles obliques. Initialement Harada et Ito proposent une action sur le chef antérieur des muscles obliques. von Noorden réservera alors les techniques de transpositions des insertions musculaires des muscles droits aux échecs des Harada-Ito. Puis la chirurgie graduée sur l'ensemble des muscles obliques a été proposée dans les années 1970.

La prise en charge des syndromes alphabétiques s'est ainsi progressivement codifiée. Classiquement, les muscles obliques sont opérés lorsqu'il existe un tableau clinique d'hyperaction ou d'hypo-action du muscle oblique (élévation ou abaissement en adduction). Les chirurgies alternatives ne doivent être proposées qu'en absence de ces symptômes, et en gardant en mémoire qu'elles ne respectent pas la physiologie. La focalisation autour de l'origine torsionnelle de la plupart des syndromes alphabétiques justifie une prise en charge chirurgicale sur les muscles obliques. Les données récentes confirment que l'hyperaction d'un muscle se traduit par son raccourcissement, alors que l'hypo-action de son antagoniste provoque son élongation. La physiologie contemporaine des muscles extra-oculaires et leur organisation en « paire fonctionnelle » nous ont amenés à proposer une chirurgie bilatérale et combinée des muscles obliques inférieurs et supérieurs dans le cadre des syndromes torsionnels : renforcement systématique des muscles « hypoactifs » associé à un affaiblissement des muscles « hyperactifs ».

MATÉRIELS ET MÉTHODES

1. PATIENTS

Une étude rétrospective a été menée sur l'ensemble des patients opérés en un temps opératoire des 4 muscles obliques dans le service d'ophtalmologie du centre hospitalo-universitaire de Nantes entre le 1^{er} juillet 2003 et le 31 décembre 2009. Les patients opérés d'une double paralysie de la IVe paire crânienne ont été exclus.

81 patients ont été opérés dans le même temps opératoire d'une chirurgie des 4 muscles obliques pour un syndrome torsionnel. Sur la même période, 1 seul patient a été opéré pour une paralysie bilatérale de la IVe paire crânienne. Les données épidémiologiques ont été renseignées dans ces 81 dossiers, et ont permis l'analyse des facteurs épidémiologiques de notre population.

Pour les analyses ultérieures (cliniques, torsionnelles, chirurgicales), 5 dossiers ont été exclus en raison de leur caractère incomplet (absence de suivi chirurgicale, de rétinophotographies pré ou postopératoires).

2. DONNÉES ÉPIDÉMIOLOGIQUES :

Chaque patient consultant pour la première fois dans le service d'ophtalmologie de Nantes pour une pathologie strabologique bénéficie d'un recueil standardisé de données. Pour cela, un questionnaire prérempli est utilisé.

<http://www.strabisme.net/strabologie/Observations/Observations.html>

STRABISMES - NYSTAGMUS - POM - AUTRES



Médecin référent : *J^r Clouf* Examineur : *D. Lassale*
 INTERROGATOIRE *Pe. Pochacco*

Âge de début : *A l'âge d'un an.*
 Cause(s) invoquée(s) : non
 - oui laquelle :

Type trouble : convergence - divergence - diplopie - torticolis - autres
 Amblyopie : non - Droite - Gauche - ? / traitée : oui non
 Commentaires :

Traitements antérieurs :

Lunettes	<input checked="" type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non	Pénalisation	oui	<input checked="" type="checkbox"/> non	Commentaires :
Atropine	oui	<input checked="" type="checkbox"/> non	Prismes	oui	<input checked="" type="checkbox"/> non	
Occlusion	oui	<input checked="" type="checkbox"/> non	Orthoptie	oui	<input checked="" type="checkbox"/> non	
Secteurs	<input checked="" type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non	Chirurgie	oui	<input checked="" type="checkbox"/> non	
Effets des traitements :						

Antécédents familiaux :

		Père	Mère	Fr ou Sœ	Grd-Prts Pat.	Grd-Prts Mat.	Onc/ Tant Cs Ger.	Autres
Amblyopie	non	oui	oui	<input checked="" type="checkbox"/> oui	oui	oui	oui	oui
Lunettes	non	oui	oui	<input checked="" type="checkbox"/> oui	oui	oui	oui	oui
Strabisme	non	oui	oui	<input checked="" type="checkbox"/> oui	oui	oui	oui	oui
Divers	non	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui

Commentaires :

Antécédents personnels :

Né(e) à terme : oui - non
 Poids de naissance : *3600g.*
 Maladie(s) antérieure(s) : *Ø*
 État général : bon - autre
 Commentaires :

État actuel :

Déviaton	<input checked="" type="checkbox"/> Constante	Intermittente	Variable	?	Non
Œil qui louche	<input checked="" type="checkbox"/> Droit	Gauche	<input checked="" type="checkbox"/> ODG	?	Non
Dominance main	<input checked="" type="checkbox"/> Droite	Gauche	Ambidextre	?	Non
Dominance pied	<input checked="" type="checkbox"/> Droit	Gauche	D / G	?	Non
Torticolis	Constant	Intermittent	Variable	?	<input checked="" type="checkbox"/> Non

Commentaires :

Coopération patient
0 + ++

Coopération parentale
0 + ++

Facilité de surveillance
0 + ++

Cette fiche standardisée a été utilisée pour relever les différentes données épidémiologiques permettant de mieux définir la population d'enfants strabiques opérés. Une attention particulière a été portée aux critères suivants :

- Date de naissance
- Genre
- Âge d'apparition des symptômes
- Type de strabisme (ésotropie ou exotropie)
- Antécédents personnels : nombre de semaines de grossesse, poids de naissance, antécédents obstétricaux, néonataux, neurologiques, ophtalmologiques...
 - o La prématurité est définie comme une naissance survenant avant le terme théorique de 37 semaines de gestation.
 - o Une hypotrophie a été définie comme un poids de naissance inférieur à 2 500 g.
- Nombre de temps opératoires déjà réalisés
- Antécédents familiaux d'amblyopie, d'amétropie, de strabisme, d'autres pathologies notables.
- amblyopie : antécédent personnel, présence lors de la première et la dernière consultation, mode de traitement. L'amblyopie a été définie comme une différence d'acuité visuelle entre les 2 yeux supérieure ou égale à 3 lignes.

3. DONNÉES CLINIQUES :

La fiche standardisée de recueil permet par ailleurs de notifier certaines données de l'examen clinique. Une autre fiche standardisée est utilisée pour la consultation préopératoire, généralement réalisée par un orthoptiste du service dans les 2 à 3 mois précédant la chirurgie. Ces données ont permis de rechercher dans l'examen clinique les données suivantes :

- La mesure de l'acuité visuelle en vision de loin (lorsque l'âge de l'enfant permettait une quantification de celle-ci). Une attention particulière a été portée à la 1^{re} et à la dernière acuité visuelle chiffrables dans le service.

- La première et la dernière réfraction objective référencée dans le dossier, ainsi que les réfractions objectives précédentes et suivantes immédiatement la chirurgie des muscles obliques.
- La présence d'un torticolis.
- La déviation angulaire en position primaire en vision de loin (AL) et en vision de près (AP). Cette déviation est mesurée à la barre de prisme et au cover-test alterné. Dans les cas où cette méthode s'avère impossible (patient trop jeune, angle trop important), la déviation angulaire est estimée par la méthode des reflets cornéens de Krimsky. Lorsque plusieurs angles ont été répertoriés au cours du même examen clinique, seul l'angle minimum a été retenu. Par convention, les mesures ont été relevées en dioptries prismatiques, un angle positif correspondant à une ésoptropie, un angle négatif à une exoptropie. Elles ont par la suite été transformées en degrés.
- La déviation angulaire dans le regard en haut (AH) et dans le regard en bas (AB), mesurée en vision de loin à la barre de prisme. La quantification du syndrome alphabétique est estimée à partir de la différence angulaire (AH)-(AB), exprimée en dioptrie prismatique. Lorsque cette différence est positive le patient présente un syndrome alphabétique en V, lorsqu'elle est négative un syndrome alphabétique en A.
- L'examen des ductions, permettant de relever d'éventuelle limitation dans l'un des champs du regard, en particulier dans l'élévation et l'abaissement en adduction.
- L'examen des versions, permettant de noter l'apparition d'incomitances verticales, en particulier au niveau de l'œil en adduction (élévation ou abaissement).
- La présence de signes d'apparition précoce du strabisme lors d'au moins une consultation (divergence verticale dissociée, nystagmus manifeste latent, hypermétropie de refixation).

Ces données cliniques ont été collectées pour chaque examen clinique réalisé dans le service. La consultation préopératoire correspond à la dernière consultation réalisée dans le service avant l'acte chirurgical. La consultation postopératoire correspond à la dernière consultation réalisée dans le service après la chirurgie des 4 muscles obliques,

sans qu'un nouveau temps chirurgical n'ait été réalisé. Cette méthode de recueil permet un temps de recul maximum sans que les angles ne soient modifiés par une autre action chirurgicale.

4. DONNÉES CHIRURGICALES :

4.1. TEST DE GUYTON :

Des tests de duction forcée (52) ont été réalisés en pré opératoire chez une majorité de patients (n = 42). Ils permettent de rechercher une anomalie de laxité des muscles obliques. Pour tester le muscle oblique supérieur :

- Le muscle est mis en tension en appuyant sur le globe
- Cette tension est majorée en effectuant une extorsion du globe
- Puis la laxité est testée en amenant le globe dans le coin supéro-nasal de l'orbite.

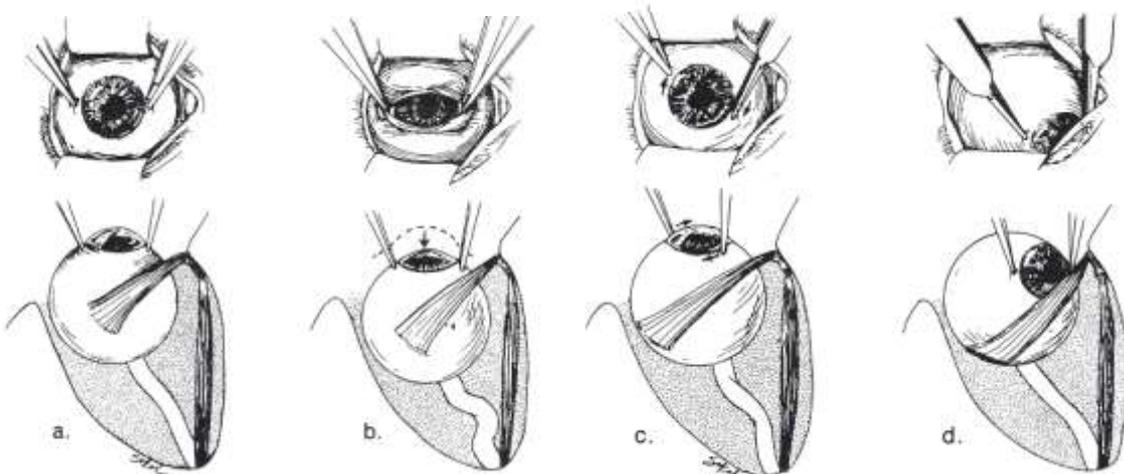


Figure 25 : schématisation du test de Guyton. (a) Le globe est saisi à 3 et 6 heures. (b) pression sur le globe puis (c) extorsion du globe permettant de tendre le muscle oblique supérieur. (d) Le globe est tracté en haut et en dedans. Les schémas supérieurs représentent la vue du chirurgien, les schémas inférieurs représentent une vue supérieure de l'orbite. Guyton DL. Exaggerated traction test for the oblique muscles. *Ophthalmology* 1981 Oct;88(10):1035-40.

Si le tendon est hyperlaxe (comme dans les paralysies du muscle oblique supérieur), la cornée disparaît sous le cadre orbitaire. Au contraire en cas de muscle hypoélongable la

cornée reste anormalement visible. Le degré d'hypo ou d'hyperaction observée est corrélé avec ce test.

4.2. TECHNIQUES CHIRURGICALES :

Après examen des reflets cornéens au microscope opératoire chez le patient anesthésié (curarisation), la procédure chirurgicale est définie. Le dosage chirurgical est dépendant de l'importance du syndrome alphabétique et de la torsion pré opératoires, ainsi que d'une éventuelle hyperlaxité du muscle oblique supérieur lors des tests de duction forcée ou des constatations per-opératoires.

La chirurgie des 4 muscles obliques a été réalisée en un seul temps opératoire pour chaque patient. La technique chirurgicale a été standardisée, et réalisée par deux opérateurs expérimentés.

Lors de la chirurgie des syndromes extorsionnels, l'opérateur effectuait selon sa préférence

- Sur les deux muscles obliques supérieurs : soit un plissement en bloc de l'insertion (AP), soit une résection selon la technique de Caldeira (FL) des deux muscles obliques supérieurs.
- Sur les deux muscles obliques inférieurs : un recul gradué

Lors de la chirurgie des syndromes intorsionnels, l'opérateur effectuait :

- Sur les deux muscles obliques supérieurs : un recul en bloc de l'insertion
- Sur les deux muscles obliques inférieurs : une résection du muscle

Dans le compte rendu opératoire, les données suivantes ont été collectées :

- La date de l'intervention
- La réalisation éventuelle de test de duction forcée préopératoire.
- La présence d'anomalie anatomique des insertions des muscles obliques supérieurs et inférieurs
- Le nombre de millimètres opérés pour chaque muscle.

5. DONNES NUMÉRIQUES – ANALYSE OBJECTIVE DE LA TORSION

5.1. MÉTHODOLOGIES DES RÉTINOGRAPHIES :

Les rétinophotographies ont été réalisées lors des consultations, patient installé tête droite, menton posé sur un support fixe, front collé au repose front. Elles ont été réalisées soit avec un angiographe à soit avec un rétinographe non mydriatique. Les plus anciennes photographies du fond d'œil ($n = 74$) ont été numérisées à partir des documents archivés dans le dossier. Les plus récentes ($n = 205$) ont été directement exportées à partir des bases de données des rétinographes. Toutes ($n = 279$) ont été stockées au format JPEG pour les analyses ultérieures.

5.2. ANALYSES DES RÉTINOGRAPHIES :

Les images ont été analysées à partir du logiciel ADOBE PHOTOSHOP CS3 EXTENDED. Les images ont été analysées en utilisant la méthodologie précédemment décrite par Lefèvre et al (53). Chaque image a été individuellement importée et convertie dans un format de 2 048 par 1 360 pixels. L'image est ainsi codée dans un plan orthonormé dont l'axe supérieur gauche est l'origine (0 ; 0), l'axe des abscisses le bord supérieur de l'image, l'axe des ordonnées le bord gauche de l'image. Chaque pixel possède ainsi des coordonnées planaires (X ; Y). Le logiciel permet de relever ces coordonnées en plaçant le curseur sur un point de l'image, la lecture se faisant directement dans la partie information (menu → fenêtre → information → X ; Y). Pour chaque image, trois points remarquables sont identifiés : les pôles supérieurs et inférieurs de la papille et le centre fovéolaire. Leurs coordonnées sont répertoriées dans une feuille de calcul EXCEL (Microsoft...).

5.3. CALCUL DE LA TORSION

Les coordonnées des 3 points d'intérêt sont relevées pour chaque photographie :

- Le pôle supérieur de la papille (X_{ps} ; Y_{ps})
- Le pôle inférieur de la papille (X_{pi} ; Y_{pi})
- Le centre fovéolaire (X_f ; Y_f)

En utilisant les méthodes trigonométriques décrites par Lefèvre et al (JFO...), il est possible de calculer l'angle formé par un des deux pôles de la papille par rapport à la droite horizontale passant par la fovéola (respectivement angles β et Y pour les pôles supérieur et inférieur) :

- $\beta = \text{arc tangente} [(Y_{ps} - Y_f)/(X_{ps} - X_f)] * 180/\pi$

- $Y = \text{arc tangente} [(Y_{pi} - Y_f)/(X_{psi} - X_f)] * 180/\pi$

Pour chaque rétinophotographie, il est possible de définir un angle moyen de torsion par rapport à une ligne horizontale passant par la fovéola. Cet angle δ correspond à la moyenne des angles β et Y . Par convention par rapport à la droite horizontale passant par la fovéola, les angles seront considérés de signes positifs lorsqu'ils sont au dessus (extorsion) et négatifs lorsqu'ils sont en dessous (intorsion).

6. ANALYSES STATISTIQUES :

L'ensemble des données a été rentré dans un tableur Excel. L'analyse statistique a été réalisée avec le logiciel Statistica. Deux types d'analyses ont été utilisés :

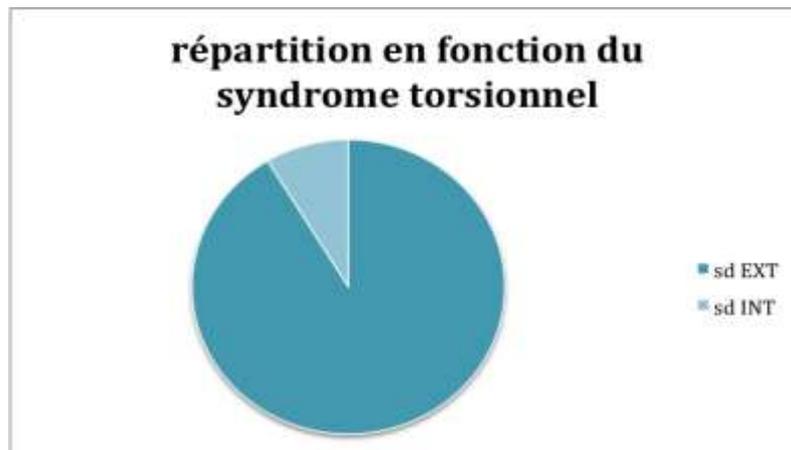
- Pour les variables quantitatives, la comparaison des moyennes a été réalisée par le test ANOVA. En cas de différence significative ($p < 0,05$), des liens statistiques ont été recherchés par des tests post-hoc de type Tukey.
- Pour les variables qualitatives, la comparaison des fréquences a été faite avec le test du χ^2 .

RÉSULTATS

1. RÉSULTATS ÉPIDÉMIOLOGIQUES :

1.1. RÉSULTATS GLOBAUX :

Parmi les 81 patients opérés de syndrome torsionnel entre 2004 et 2009, 74 présentaient une incomitance verticale de type V et 7 un syndrome alphabétique de type A.



graphique 1 : répartition de la cohorte en fonction du type de syndrome torsionnel.

88 % présentaient cliniquement une ésotropie primitive, 10 % une exotropie primitive, 2 % une exotropie secondaire ou consécutive.



graphique 2 : répartition de la cohorte en fonction du type de déviation horizontale.

Le sexe ratio était de 1,13.

L'âge de l'apparition des premiers signes relevés par la famille était en moyenne de 13,04 mois (sd = 10,99 médiane = 12). L'âge de la 1^{re} consultation était en moyenne de 4,68 ans (sd = 3,14 médiane = 4,51).

1.2. ÉTUDE DES SYNDROMES EXTORSIONNELS (n = 74) :

Lors de leur première consultation, 89 % des patients présentaient une ésoptropie primitive, 8 % une exotropie primitive, 3 % une exotropie secondaire ou consécutive. Le sexe ratio était de 1,18. L'âge d'apparition des premiers signes ophtalmologiques était estimés par les parents en moyenne autour de 13,04 mois (sd = 10,99 médiane = 12). L'âge de la première consultation au CHU de Nantes était en moyenne de 4,47 ans (SD = 2,68 médiane = 4,55).

1.2.1. Antécédents personnels :

Lors de la première consultation, il était rapporté des antécédents personnels d'amblyopie dans 54 % des dossiers (dossiers non renseignés nr = 0 %). La durée moyenne de la grossesse était de 36,7 semaines de gestation (sd = 9,52 médiane = 38) pour une normale estimait à 39 semaines. Le poids de naissance était en moyenne de 3,19 kg (sd = 1,15 médiane = 3,3). Des antécédents personnels significatifs étaient retrouvés chez 20 % des patients :

Détresse respiratoire néonatale	4
Infection / réanimation néonatale	1 / 1
Grossesse gémellaire	3
Retard de croissance / microcéphalie	1 / 1
Traumatisme crânien / hématome sous dural / hémiplégie	1 / 1 / 1
Leucomalacie périventriculaire	1
Cataracte congénitale	1
Séroconversion toxoplasmose gravidique / diabète gestationnel	1 / 1

Tableau 1 : antécédents personnels significatifs (syndrome extorsionnel)

1.2.2. Antécédents familiaux :

Des antécédents familiaux d'amblyopie étaient rapportés dans 18 % des dossiers (78 % sans antécédents, 4 % nr). Des antécédents familiaux d'amétropie étaient retrouvés chez 69 % des patients (28 % sans antécédents, 3 % nr). Des antécédents familiaux de

strabisme étaient identifiés chez 45 % des patients (53 % sans antécédents, 3 % nr). Les membres de la famille impliqués étaient alors un père (6), une mère (11), un frère ou une sœur (6), une tante ou un oncle (4), un cousin (3), un grand-père ou la grand-mère (6) ou un grand-oncle (1)

1.2.3. Facteurs de risques de strabisme :

45 % des enfants présentaient des antécédents familiaux de strabisme (facteur de risques familiaux), et 20 % des antécédents personnels significatifs néonataux, neurologiques ou ophtalmologiques. Si nous retenons la définition de la prématurité comme une naissance avant 37 semaines de grossesse, 26 % des enfants présentait une naissance trop précoce. De même si l'on retient comme définition de l'hypotrophie un poids de naissance inférieur à 2 500 g, 10 % du groupe étudié présenté un poids anormalement bas. Au total, 38 % des enfants avec un syndrome extorsionnel avaient des facteurs de risques personnels significatifs (antécédent, prématurité < 37 semaines, poids de naissance < 2 500 g). De plus, 66 % des enfants du groupe présentaient soit un facteur de risque personnel, soit un facteur de risque familial de développer un strabisme. Ce chiffre souligne la part importante de l'hérédité et des antécédents personnels dans la pathologie strabique.

1.2.4. Recherche de signes de précocité de strabisme :

La mesure d'une déviation verticale dissociée a été relevée au cours d'un examen clinique chez 62 % des syndromes extorsionnel (pas de DVD 37 % nr 1 %). Un nystagmus manifeste latent a été observé chez 55 % des patients (pas de NML 45 % nr 0 %). Une hypermétropie de refixation a été identifiée chez 89 % des patients (pas d'hypermétropie 11 % nr 0 %).

Au total un nystagmus manifeste latent ou une déviation verticale dissociée étaient rapportés dans 76 % des dossiers. Si l'on retient en plus l'hypermétropie de refixation, au moins un de ces 3 signes a été identifié chez 97 % des patients. Ces éléments sont en faveur d'une origine très précoce des syndromes extorsionnels.

1.3. ÉTUDE DES SYNDROMES INTORSIONNELS (n = 7) :

Lors de leur première consultation, 5 patients (71 %) présentaient une ésoptropie primitive, un patient (14 %) une exoptropie primitive et un patient (14 %) une exoptropie secondaire. Le sexe ratio était de 0,75. L'âge d'apparition des premiers signes

ophtalmologiques était estimé par les parents en moyenne autour de 24,43 mois (sd = 25,83 médiane = 12). L'âge de la première consultation au CHU de Nantes était en moyenne de 6,93 ans (SD = 6,19 médiane = 4,20 ans).

1.3.1. Antécédents personnels :

Des antécédents personnels d'amblyopie étaient retrouvés chez 2 patients sur 7 (nr = 1). La durée moyenne de la grossesse était de 34,21 semaines (sd = 17,99 médiane = 35,5). Le poids moyen de naissance était en moyenne de 2,6 kg (sd = 1,54 médiane = 3,15). Des antécédents personnels significatifs étaient rapportés pour 4 des 7 patients (57 %), répartis ainsi :

Agénésie du corps calleux, dysplasie septo-optique, holoprosencéphalie	1
Infection pulmonaire néonatale	1
Retard d'acquisition du langage, traumatisme crânien	1
Hypoacousie appareillée	1

Tableau 2 : antécédents personnels significatifs (syndrome intorsionnel)

1.3.2. Antécédents familiaux :

Aucun antécédent familial d'amblyopie n'était rapporté dans les dossiers (2 dossiers non renseignés). Des antécédents familiaux d'amétropie étaient retrouvés chez 4 des 7 patients. Des antécédents familiaux de strabisme n'étaient rapportés que chez 2 patients (28 %), l'un implique la mère, l'autre les grands parents paternels et maternels.

1.3.3. Facteurs de risques de strabisme :

2 patients sur 7 présentaient des antécédents familiaux de strabisme. 4 patients sur 7 présentés des antécédents personnels significatifs. 3 patients sur 7 étaient prématurés (naissance avant 37 semaines de grossesse, dont 2 avant 30 semaines) et 2 avaient un poids de naissance inférieur à 2 500 grammes (1 700 gr pour l'un et 1 350 gr pour l'autre).

Au total 5 patients sur 7 présentés des facteurs de risques personnels (antécédents médicaux, prématurité et poids de naissance). Ce chiffre n'était pas modifié en y associant les facteurs de risques familiaux.

1.3.4. Recherche de signes de précocité de strabisme :

Une déviation verticale dissociée a été retrouvée chez 4 patients. Le nystagmus manifeste latent était présent lors d'au moins un examen clinique chez 3 des 7 patients. L'hypermétrie de refixation a été retrouvée dans l'examen clinique de 5 patients.

Au total un nystagmus manifeste latent et/ou une déviation verticale dissociée étaient rapportés dans l'examen clinique de 5 patients. En y associant l'hypermétrie de refixation, 6 patients sur 7 présentaient au moins l'un des 3 facteurs de précocité.

1.4. ANALYSE DES FACTEURS DE RISQUE

1.4.1. Facteurs de risque et horizontalité :

73 patients présentaient initialement une ésoptropie (dont 3 ont évolué vers une exotropie au moment de leur prise en charge, 2 spontanément et 1 après un double recul des droits médiaux). Le sexe ratio était de 1,09, l'âge de début des symptômes 13,62 mois (sd = 13,21). Un syndrome alphabétique en V était cliniquement présent chez 68 patients, les 5 autres présentant un syndrome A.

8 patients présentaient initialement une exotropie. Leur sexe ration était de 1,67 et l'âge de début des symptômes de 6 mois (sd = 8,49). Parmi eux 6 avaient un syndrome V et 2 un syndrome A.

	Ésoptropie (n = 73)	Exotropie (n = 8)
Prématurité	23,3 %	12,5 %
Hypotrophie néonatale	11 %	12,5 %
Autres antécédents personnels significatifs	19,2 %	62,5 %
Facteurs de risque personnels	32,9 %	62,5 %
Antécédents familiaux de strabisme	43,9 %	37,5 %
Facteurs de risques personnels et/ou familiaux	61,6 %	75 %

Tableau 3 : facteurs de risque de strabisme en fonction de la déviation horizontale.

Les deux groupes sont comparables en terme de prématurité, de poids de naissance et d'antécédent familiaux de strabisme. Les autres antécédents personnels sont significativement plus élevés dans le groupe des exotropies ($\chi^2 = 7,53$, ddl = 1, $p < 0,05$).

1.4.2. Facteurs de risque et syndrome alphabétique :

Comme pour l'horizontalité, il n'existe pas de différences significatives entre les syndromes extorsionnels et les syndromes intorsionnels en terme de prématurité, de poids de naissance ou d'antécédents familiaux de strabisme. Par contre la présence d'autres antécédents personnels périnataux est plus souvent identifiée parmi les syndromes intorsionnels ($\chi^2 = 4,82$, ddl = 1, $p < 0,05$).

	Sd V (n = 74)	Sd A (n = 7)
Prématurité	20,3 %	42,9 %
Hypotrophie néonatale	9,5 %	28,6 %
Autres antécédents personnels significatifs	20,3 %	57,1 %
Facteurs de risque personnels	32,4 %	71,4 %
Antécédents familiaux de strabisme	44,6 %	28,6 %
Facteurs de risques personnels et/ou familiaux	62,2 %	71,4 %

Tableau 4 : facteurs de risque de strabisme en fonction du syndrome torsionnel.

1.4.3. Facteurs de risque, horizontalité et syndrome alphabétique :

L'étude détaillée des facteurs de risque en fonction du type de strabisme horizontal et de l'incomitance verticale confirme les données précédentes. La fréquence des autres antécédents personnels est différente entre les 4 groupes ($\chi^2 = 10,92$, ddl = 3, $p < 0,05$). Cette différence est principalement due aux exotropies avec un syndrome A, et dans une moindre mesure aux exotropies avec un syndrome V.

	Et + Sd V (n = 68)	Et + Sd A (n = 5)	Xt + sd V (n = 6)	Xt + sd A (n = 2)
Prématurité	14	3	1	0
Hypotrophie néonatale	6	2	1	0
Autres antécéd. personnels significatifs	12	2	3	2
Facteurs de risque personnels	21	3	3	2
Antécédents familiaux de strabisme	30	2	3	0
FDR personnels et/ou familiaux	42	3	4	2

Tableau 5 : facteurs de risque de strabisme en fonction de la déviation horizontale et du syndrome torsionnel.

2. RÉSULTATS CHIRURGICAUX

Après exclusion des 5 dossiers incomplets, 76 patients ont été opérés en un temps opératoire des 4 muscles obliques.

2.1. DONNÉES CHIRURGICALES :

69 patients ont été opérés pour un syndrome alphabétique V associée à une extorsion significative au rétinophotographe. Parmi eux 59 ésotropies et 10 exotropies ont été diagnostiquées. L'âge moyen au moment de la chirurgie était de 6,1 ans (sd = 1,89), allant de 3,8 ans pour le plus jeune à 12,1 ans pour le plus âgé. Le sex-ratio était de 1,16. Le suivi postopératoire (durée moyenne séparant le jour de la chirurgie du dernier examen sans nouvelle intervention chirurgicale) était en moyenne de 461 jours (sd = 325,8). Le plus court délai de suivi était de 62 jours, le plus long de 1 816 jours.

7 patients ont été opérés en un temps des 4 muscles obliques pour un syndrome intorsionnel : 4 présentaient une ésotropie, 3 une exotropie. Leur âge au moment de la chirurgie était en moyenne de 8,68 ans (sd = 5,9), allant de 4,5 ans pour le plus jeune à 19,6 ans pour le plus âgé. Le sex-ratio était de 0,75. Le suivi postopératoire était en moyenne de 547 jours (sd 371,2) s'étalant de 183 jours au minimum à 992 jours au maximum.

5 patients avaient déjà été opérés pour la composante horizontale de leur strabisme. Tous ces patients présentaient un syndrome extorsionnel.

- 4 patients avaient été opérés pour une ésotropie au CHU de Nantes par la technique de recul résection unilatérale.
- 1 patient avait été opéré par un recul bilatéral de deux droits médiaux à l'âge de 7 ans, consultant la première fois dans le service à l'âge de 12 ans pour une exotropie consécutive.

2 patients présentant une exotropie avec syndrome extorsionnel ont été opérés simultanément des 4 muscles obliques et d'un recul d'un muscle droit latéral. Ces 2 patients sont exclus des analyses sur l'effet horizontal de la chirurgie des 4 muscles obliques.

2.2. TEST DE GUYTON ET ANOMALIES DES INSERTIONS MUSCULAIRES :

2.2.1. Syndrome extorsionnel :

Le résultat du test de Guyton préopératoire était renseigné dans 42 comptes rendus opératoires. Il existait une hyperlaxité du muscle oblique supérieur chez 41 patients, bilatérale dans 36 cas, uniquement droite chez 4 patients, uniquement gauche chez 1 patient.

Une anomalie au niveau de l'insertion d'un des muscles obliques était rapportée dans 15 dossiers. Il s'agissait toujours d'un aspect grêle ou atrophique du muscle oblique supérieur (unilatéral droit dans 5 cas, unilatéral gauche dans 1 cas, bilatéral dans 9 cas), parfois associé à des anomalies d'insertion : insertion postérieure du chef antérieur de l'oblique supérieur (2 cas), insertion postérieure du muscle oblique inférieur (1 cas).

Au total 48 dossiers (soit environ 70 %) faisaient mention d'au moins une anomalie au niveau des muscles obliques : hyperlaxité et/ou anomalie anatomique.

2.2.2. Syndrome intorsionnel

La recherche d'une anomalie au test d'élongation forcée de Guyton était renseignée dans 2 dossiers, retrouvant une hypoélongation dans les 2 cas. Deux autres dossiers faisaient par ailleurs mention d'une anomalie d'insertion d'un muscle oblique : insertion très antérieure de l'oblique supérieur droit (1 cas) ou très postérieure de l'oblique inférieur droit (1 cas).

Au total 4 cas sur 7 présentaient une anomalie fonctionnelle ou anatomique du couple musculaire oblique.

2.3. DOSAGE CHIRURGICAL

2.3.1. Syndrome extorsionnel

Le dosage chirurgical était adapté à la situation clinique, et comprit entre 5 et 12 mm pour chaque muscle oblique. En moyenne la plicature ou la résection de l'oblique supérieur était de 8,6 mm à droite (sd = 1,6) et de 8,9 mm à gauche (sd = 1,8). Le recul du muscle oblique inférieur était en moyenne de 8,5 mm à droite (sd = 1,6) et de 8,5 mm

à gauche (sd = 1,7). Au total une moyenne de 34,5 mm de muscles a été opérée (sd = 6,1 min = 23 max = 48).

2.3.2. Syndrome intorsionnel

Le dosage chirurgical était adapté à l'importance du syndrome alphabétique et de la torsion au fond d'œil, compris entre 6 et 8 mm pour chaque muscle oblique. En moyenne le recul de l'oblique supérieur était de 6,9 mm à droite (sd = 1,1) et de 6,6 mm à gauche (sd = 1,0). La résection du muscle oblique inférieur était en moyenne de 7,4 mm à droite (sd = 1,0) et de 7,1 mm à gauche (sd = 1,1). Au total une moyenne de 28 mm de muscles a été opérée (sd = 3,3 médiane = 28 min = 24 max = 32).

2.4. DEVIATION EN POSITION PRIMAIRE :

2.4.1. Syndrome extorsionnel et ésoptropie (n = 59) :

Déviations moyennes en vision de loin :

- En préopératoire : 28 dioptries (sd = 13,7), allant de 0 à 50 dioptries
- En postopératoire : 22 dioptries (sd = 13,6), allant de -4 à 50 dioptries

Déviations moyennes en vision de près :

- En préopératoire : 33 dioptries (sd = 12,2), allant de 6 à 60 dioptries
- En postopératoire : 27 dioptries (sd = 14,5), allant de -4 à 50 dioptries

2.4.2. Syndrome extorsionnel en exotropie (n = 8) :

Déviations moyennes en vision de loin :

- En préopératoire : -24 dioptries (sd = 11,6), allant de -2 à -40 dioptries
- En postopératoire : -25 dioptries (sd = 12,5), allant de -4 à -40 dioptries

Déviations moyennes en vision de près :

- En préopératoire : -21 dioptries (sd = 15,6), allant de 6 à -40 dioptries
- En postopératoire : -23 dioptries (sd = 13,5), allant de -2 à 40 dioptries

2.4.3. Syndrome intorsionnel et ésoptropie (n = 4) :

Déviations moyennes en vision de loin :

- En préopératoire : 20 dioptries (sd = 7,1), allant de 14 à 30
- En postopératoire : 14 dioptries (sd = 11,3), allant de 6 à 30

Déviations moyennes en vision de près :

- En préopératoire : 20 dioptries (sd = 6,9) ; allant de 14 à 30
- En postopératoire : 14 dioptries (sd = 11,3), allant de 6 à 30

2.4.4. Syndrome intorsionnel et exotropie (n = 3) :

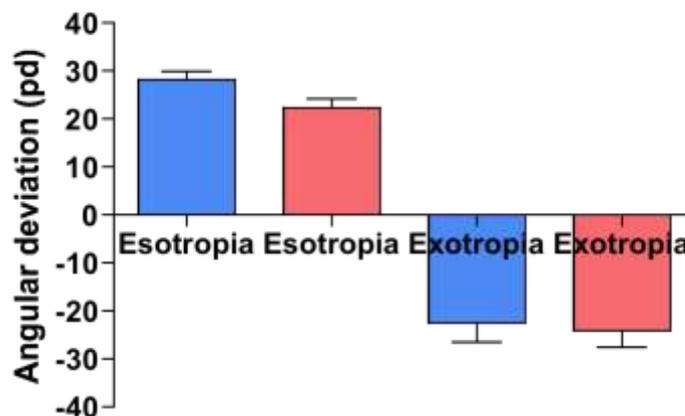
Déviation moyenne en vision de loin :

- En préopératoire : -13 dioptries (sd = 2,3), allant de -12 à -16
- En postopératoire : -9 dioptries (sd = 8,1), allant de -2 à -18

Déviation moyenne en vision de près :

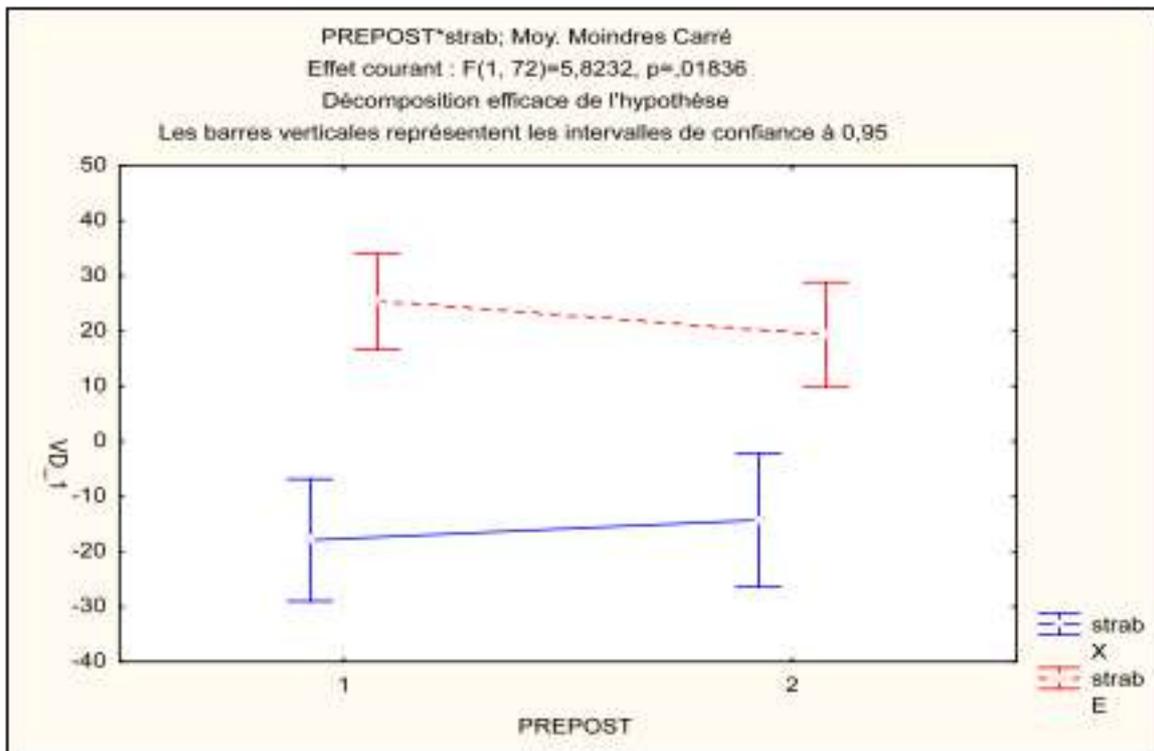
- En préopératoire : -13 dioptries (sd = 5), allant de -8 à -18
- En postopératoire : -5 dioptries (sd = 6,4), allant de 0 à -12

2.4.5. Effet de la chirurgie sur la position primaire :



graphique 3 : déviation angulaire en position primaire (en dioptries prismatiques) en fonction du type de strabisme (eso ou exotropie) avant (colonne bleue) et après (colonne rouge) chirurgie des 4 muscles obliques dans les syndromes extorsionnels. Les barres noires représentent les déviations standards.

Après chirurgie du syndrome extorsionnel, nous observons donc une diminution angulaire d'environ 6 dioptries en vision de loin et en vision de près pour les ésootropies et une augmentation de 1 (vision de loin) à 2 dioptries (vision de près) pour les exotropies. Après chirurgie du syndrome intorsionnel, la déviation angulaire en position primaire diminue de 6 dioptries en vision de loin et en vision de près pour les ésootropies et diminue de 4 (vision de loin) à 7 dioptries (vision de près) pour les exotropies. Il existe cependant une grande variabilité des résultats postopératoires, comme en témoignent les valeurs importantes des écart-types.



graphique 4 : évolution de la déviation en position primaire selon le type de strabisme. Esotropie = rouge ; exotropie = bleu ; 1 = position primaire avant chirurgie ; 2 = position primaire après chirurgie ; les barres verticales représentent les déviations standards.

Une analyse statistique des déviations angulaires (ANOVA) pré et postopératoires est effectuée en fonction du syndrome (excyclotorsion ou incyclotorsion), de la déviation strabique (ésotropie ou exotropie) et de la distance de mesure (vision de loin ou vision de près). Comme nous pouvions nous y attendre, cette analyse révèle une différence significative entre les déviations angulaires ésotropes et exotropes ($F_{1,72} = 62.76, p < 0.001$). Si l'interaction entre le type de strabisme et le syndrome est également significative ($F_{1,72} = 5.54, p = 0.02$), l'analyse post-hoc (HSD Tukey) ne retrouve une différence significative entre les ésotropies avec incyclotorsion et celles avec excyclotorsion ($p = 0.29$) et entre les exotropies avec incyclotorsion et celles avec excyclotorsion ($p = 0.39$). L'interaction entre le facteur opératoire et le type de strabisme est également significative ($F_{1,72} = 5.82, p = 0.02$). Son analyse post-hoc confirme que la déviation angulaire des ésotropies est significativement moindre en postopératoire par rapport au pré opératoire ($p < 0.001$), quel que soit le syndrome. Cette différence n'est pas significative pour les exotropies.

2.5. SYNDROME ALPHABÉTIQUE

2.5.1. Syndrome extorsionnel (n = 69) :

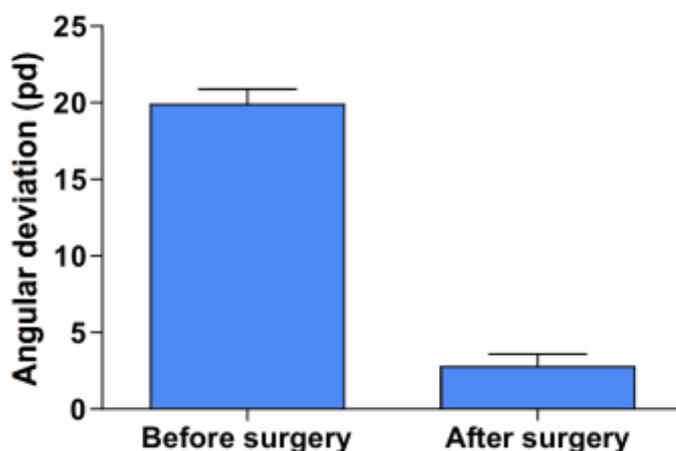
En préopératoire, l'amplitude moyenne du syndrome alphabétique en V était en moyenne :

- Pour l'ensemble des patients (n = 69) : 20 dioptries (sd = 8,8 min = 5 max = 42)
- Pour les ésootropies (n = 59) : 19 dioptries (sd = 7,8 min = 5 max = 37)
- Pour les exotropies (n = 10) : 25 dioptries (sd = 11 min = 10 max = 42)

En postopératoire, l'amplitude moyenne du syndrome alphabétique était en moyenne :

- Pour l'ensemble des patients (n = 69) : 3 dioptries (sd = 6,7 min = -10 max = 30)
- Pour les ésootropies (n = 59) : 2 dioptries (sd = 6,5 min = -10 max = 30)
- Pour les exotropies (n = 10) : 5 dioptries (sd = 7,8 min = -5 max = 17)

Ainsi le syndrome alphabétique en V est diminué en moyenne de 17 dioptries (sd = 10,6) pour l'ensemble des patients. Après une intervention, 78 % des patients présentaient une incomitance verticale inférieure à 10 dioptries.



graphique 5 : Evolution du syndrome alphabétique dans les syndromes extorsionnels avant (à gauche) et après chirurgie (à droite). Le déviation angulaire est exprimée en dioptries prismatiques, les barres verticales noires expriment les déviations standards.

Un syndrome V cliniquement détectable (supérieur à 10 dioptries) était retrouvé chez 9 patients (13 %), 3 présentant une exotropie et 6 une ésotropie. Son amplitude était en moyenne de 17 dioptries postopératoire. L'incomitance préopératoire était légèrement supérieure à la moyenne du groupe (moyenne = 25 dioptries sd = 7,8) alors que la

quantité de chirurgie effectuée correspondait à la moyenne du groupe (34,4 mm de muscles opérés, sd = 3,3). La déviation en position primaire était moins importante que la moyenne pour les ésootropies sous-corrigées (20,6 dioptries sd = 12,1), alors qu'il était plus important que la moyenne pour les exotropies sous-corrigées (-29 dioptries, sd = 11).

Une inversion du syndrome était identifiée chez 6 patients (9 %), avec une incomitance moyenne postopératoire de 5 dioptries (sd = 2,8). Pour 5 des 6 patients, son amplitude était inférieure à 5 dioptries, le 6^e présentant une amplitude de 10 dioptries. L'incomitance préopératoire était identique à la moyenne du groupe (moyenne = 19 dioptries, sd = 9,8), de même que la quantité de chirurgie réalisée était comparable à celle réalisée en moyenne pour l'ensemble du groupe (32,8 mm de muscles opérés, sd = 5,2). La déviation en position primaire était plus importante que la moyenne pour les ésootropies (35 dioptries, sd = 8,6), alors qu'elle était inférieure à la moyenne du groupe (-2 dioptries) pour la seule exotropie.

Parmi les patients présentant un syndrome V résiduel en postopératoire, l'action chirurgicale sur les muscles obliques a été renforcée au cours du 2^e temps opératoire visant à corriger l'horizontalité. Un recul maximal (12 mm) de l'oblique inférieur était alors réalisé.

2.5.2. Syndrome intorsionnel (n = 7) :

En préopératoire, l'amplitude moyenne du syndrome alphabétique en A était en moyenne de 15 dioptries (sd = 9 médiane = 12 min = 8 max = 30). Ces chiffres sont sensiblement les mêmes pour les ésootropies (moyenne = 16 sd = 10) et les exotropies (moyenne = 14 sd = 5,3).

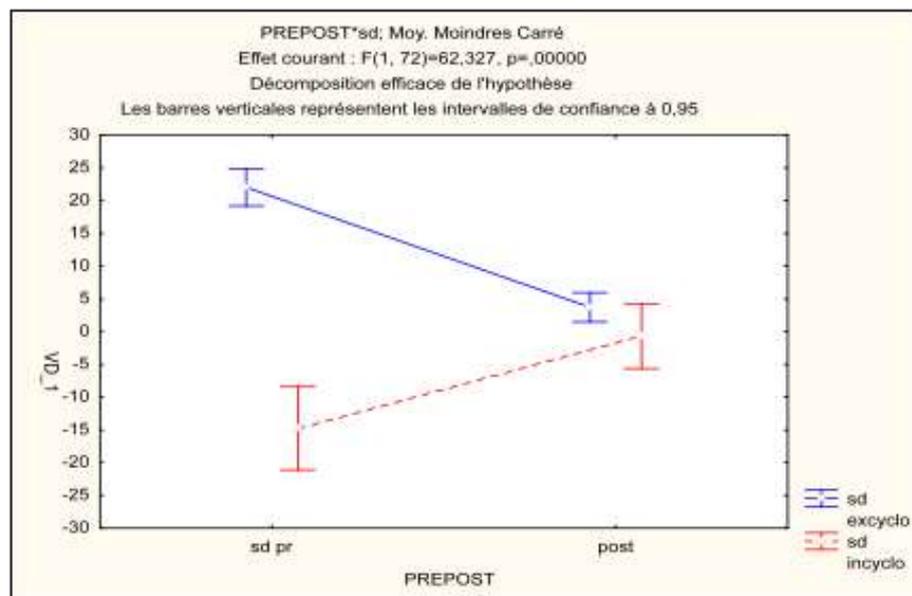
En postopératoire, l'amplitude du syndrome alphabétique était en moyenne d'une dioptrie (sd = 1,4 médiane = 0 min = 0 max = 4) pour l'ensemble du groupe (ésootropie et exotropie).

Ainsi le syndrome alphabétique en A est diminué en moyenne de 14 dioptries après chirurgie (sd = 9 médiane 10 dioptries). Aucun des patients opérés ne présente de syndrome alphabétique clinique en postopératoire (incomitance > 10 dioptries). Aucune inversion n'a été observée. Cependant un des patients s'est plaint d'une diplopie torsionnelle en postopératoire persistante. Ce patient était âgé lors de l'intervention (19

ans). Il a nécessité une reprise chirurgicale pour atténuer l'effet de la chirurgie (recul du muscle oblique inférieur gauche de 8 mm).

2.5.3. Effet de la chirurgie sur le syndrome alphabétique :

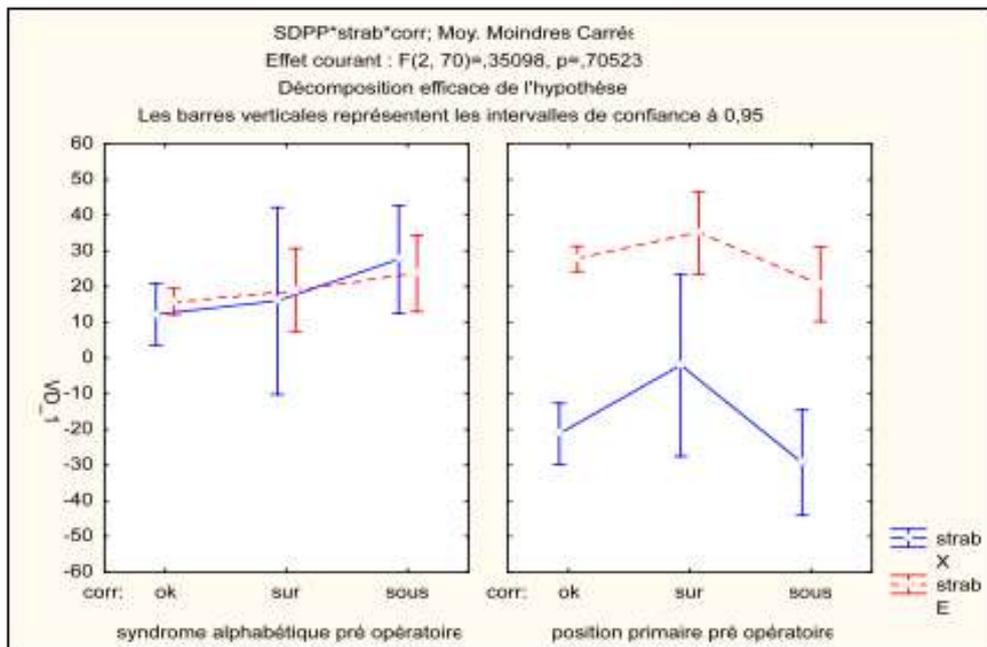
L'analyse statistique (ANOVA) du syndrome alphabétique en fonction de son caractère pré ou postopératoire, du type de strabisme (ésotropie ou exotropie) et du type de syndrome (excyclotorsion ou incyclotorsion) confirme l'efficacité des deux procédures chirurgicales. Parmi les interactions, seule celle entre le caractère opératoire et le syndrome est significative ($F_{1,72} = 62.32, p < 0.001$). L'analyse post-hoc (HSD Tukey) confirme que le syndrome alphabétique est significativement amélioré par la procédure chirurgicale, aussi bien pour le syndrome intorsionnel ($p = 0.002$) que pour le syndrome extorsionnel ($p < 0.001$). Cette action chirurgicale semble indépendante de la déviation angulaire sous jacente en position primaire (interactions non significatives entre le type de strabisme, le caractère opératoire et le type de syndrome).



graphique 6 : évolution du syndrome alphabétique après chirurgie en fonction du syndrome torsionnel. A gauche la déviation pré opératoire, à droite la déviation post opératoire (exprimée en dioptres prismatiques). En bleu = syndrome extorsionnel, en rouge syndrome intorsionnel. Les barres verticales représentent la déviation standard.

L'analyse statistique des sur et des sous corrections chirurgicales a été réalisée (ANOVA) en comparant l'importance du syndrome préopératoire, l'importance de la déviation en position primaire et le type de strabisme (exo ou ésotropie). L'interaction entre la position primaire, le syndrome alphabétique et la correction chirurgicale est significative ($F_{2,70} = 4.11, p = 0,02$). Sur l'interprétation graphique, il existe une tendance

à ce que le syndrome alphabétique pré opératoire soit plus important dans le groupe sous corrigé, mais de façon non significative ($p > 0.05$). Par contre la déviation primaire pré opératoire est un facteur prédictif, le groupe sous corrigé ayant une déviation absolue moindre que le groupe normo corrigé ($p = 0.004$) et que le groupe sur corrigé ($p = 0,004$). Le groupe sur corrigé a tendance à avoir une déviation plus importante que le groupe normo corrigé, mais de manière non significative ($p > 0,05$). Malheureusement la même interaction en y associant le type de strabisme ne parvient pas à atteindre le seuil de significativité, probablement en raison du faible effectif de certaines populations.



graphique 7: Sur et sous corrections chirurgicales des syndromes extorsionnels. A gauche, syndrome alphabétique pré opératoire. A droite, position primaire pré opératoire. Ok = ensemble des patients sans syndrome post opératoire ; sur = patients sur corrigés ; sous = patients sous corrigés ; bleu = exotropie ; rouge = ésootropie ;

Cependant l'interprétation graphique des corrections chirurgicales est en accord avec les résultats précédents, à savoir que pour les ésootropies une petite déviation en position primaire est un facteur de sous correction alors qu'une grande déviation serait un facteur de surcorrection. Le raisonnement inverse s'appliquerait pour les exotropies, un angle faible étant pourvoyeur de sur correction alors qu'un angle important serait facteur de risque de sous correction. Ces résultats sont à interpréter avec prudence compte tenu de leur manque de significativité.

2.6. MOTILITÉ OCULAIRE

2.6.1. Syndrome extorsionnel (n = 69) :

L'examen préopératoire a recherché systématiquement des incomitances verticales dans les regards latéraux. Une élévation en adduction était retrouvée pour l'ensemble des patients opérés d'un syndrome extorsionnel. Elle était toujours bilatérale, parfois asymétrique (35 cas, dont un seul avec une asymétrie importante).

Des anomalies de la mobilité dans les versions ont été retrouvées en postopératoire. Une persistance de l'élévation en adduction était retrouvée dans 31 cas, 25 fois unilatérale et 6 fois bilatérale. Une limitation de l'élévation en adduction était observée dans 18 cas (6 fois unilatéral et 12 fois bilatéral). Ce syndrome de Brown postopératoire était toujours de petite amplitude, 2 cas seulement présentant un abaissement de l'œil lors de l'adduction.

2.6.2. Syndrome intorsionnel (n = 7) :

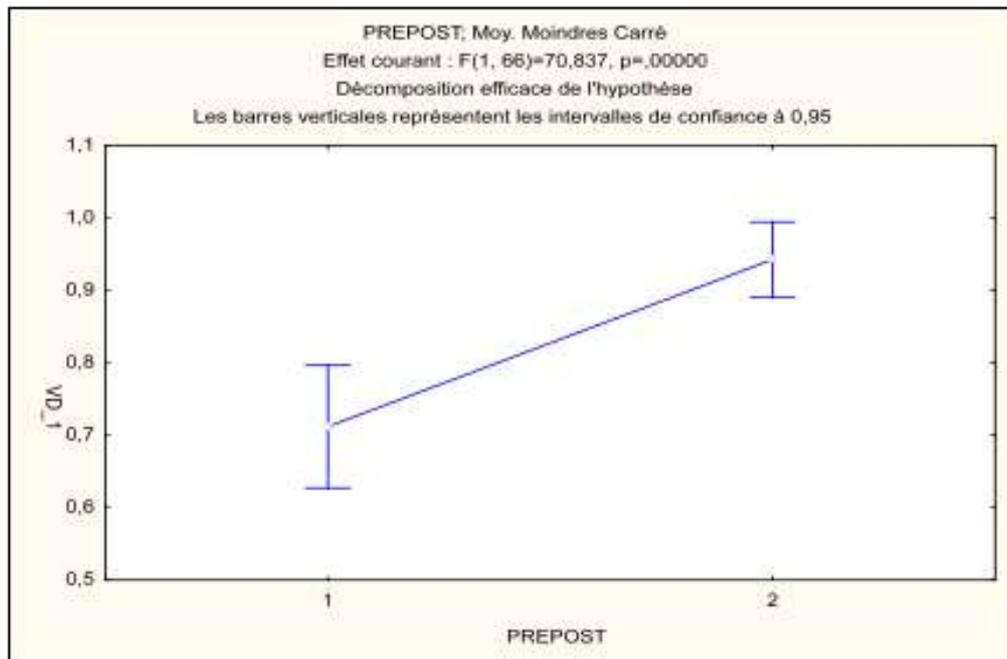
Lors de l'examen des versions préopératoires, tous les patients opérés pour un syndrome intorsionnel présentaient un abaissement significatif de l'œil en adduction. Cet abaissement était unilatéral pour 2 d'entre eux et bilatéral pour les 5 autres (dont un cas asymétrique).

En postopératoire, 2 patients présentaient une persistance de l'abaissement en adduction (1 cas unilatéral et 1 cas bilatéral). Deux autres patients présentaient au contraire une élévation en adduction (1 cas unilatéral et 1 cas bilatéral).

2.7. ÉTUDE DE LA REFRACTION

2.7.1. Acuité visuelle :

Pour l'ensemble des patients opérés d'un syndrome torsionnel, l'acuité visuelle initiale (acuité visuelle lors de la première consultation) était en moyenne de 0,72 (sd 0,33) pour l'œil droit et de 0,70 (sd 0,34) pour l'œil gauche. 9 patients étaient trop jeunes pour obtenir une acuité visuelle chiffrée. L'âge moyen lors de cette première consultation était de 4,6 ans (sd 3,1). 3 patients présentaient alors une amblyopie unilatérale, correspondant à une différence d'acuité visuelle supérieure à 3 lignes.



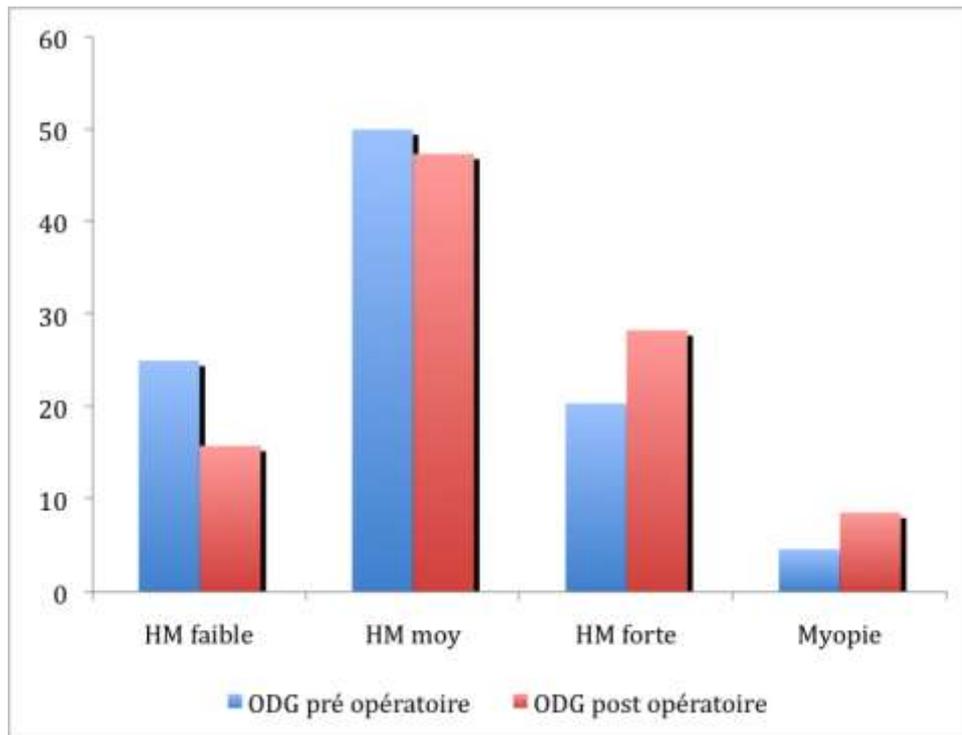
graphique 8: Sur et sous corrections chirurgicales des syndromes extorsionnels. A gauche, syndrome alphabétique pré opératoire. A droite, position primaire pré opératoire. Ok = ensemble des patients sans syndrome post opératoire ; sur = patients sur corrigés ; sous = patients sous corrigés ; bleu = exotropie ; rouge = ésootropie ;

La dernière acuité visuelle référencée dans le dossier était réalisée en moyenne à l'âge de 8,27 ans (sd 3,04). L'acuité visuelle était alors en moyenne de 0,94 (sd 0,19) pour l'œil droit et de 0,94 (sd 0,21) pour l'œil gauche. 2 patients présentaient alors une amblyopie significative, l'une minime (0,7 OD 1 OG), l'autre importante (1 OD 0,06 OG).

L'analyse statistique (ANOVA) ne retrouve pas de différence entre l'œil droit et gauche ($F_{1,66} = 0.58$, NS). L'acuité visuelle finale est supérieure à l'acuité visuelle initiale ($F_{1,66} = 70.84$, $p < 0.001$).

2.7.2. Équivalent sphérique :

L'équivalent sphérique lors de la première réfraction était de 3,51 dioptries (sd = 2,72) à droite et de 3,37 (sd = 2,16) à gauche. L'équivalent sphérique lors de la dernière réfraction était de 3,48 (sd = 2,6) à droite et de 3,52 (sd = 2,5) à gauche. L'analyse statistique (ANOVA) ne retrouve pas de différence entre les yeux droit et gauche ($F_{1,66} = 0.14$, NS) ou entre les mesures initiales et finales ($F_{1,66} = 0.17$, NS).



graphique 9 : équivalent sphérique pré et post opératoire. HM = hypermétropie ; faible < 2 dioptries ; moyenne < 5 dioptries ; forte > 5 dioptries.

En étudiant plus précisément la répartition des réfractions pré opératoires, 25 % des patients présentaient une hypermétropie faible (< à 2 dioptries), 50 % une hypermétropie moyenne (comprise entre 2 et 5 dioptries), 20 % une hypermétropie forte (> à 5 dioptries) et 5 % une myopie. Lors de la dernière réfraction, 16 % des patients avaient une hypermétropie faible, 47 % une hypermétropie moyenne, 28 % une hypermétropie forte et 9 % une myopie. Ainsi avec le temps la proportion des hypermétropies faibles a tendance à diminuer au profit des hypermétropies fortes ou des myopies. Cependant la comparaison des pourcentages pré et postopératoires ne retrouve pas de différence significative ($\chi^2 = 9.0$, ddl = 9, $p > 0.3$).

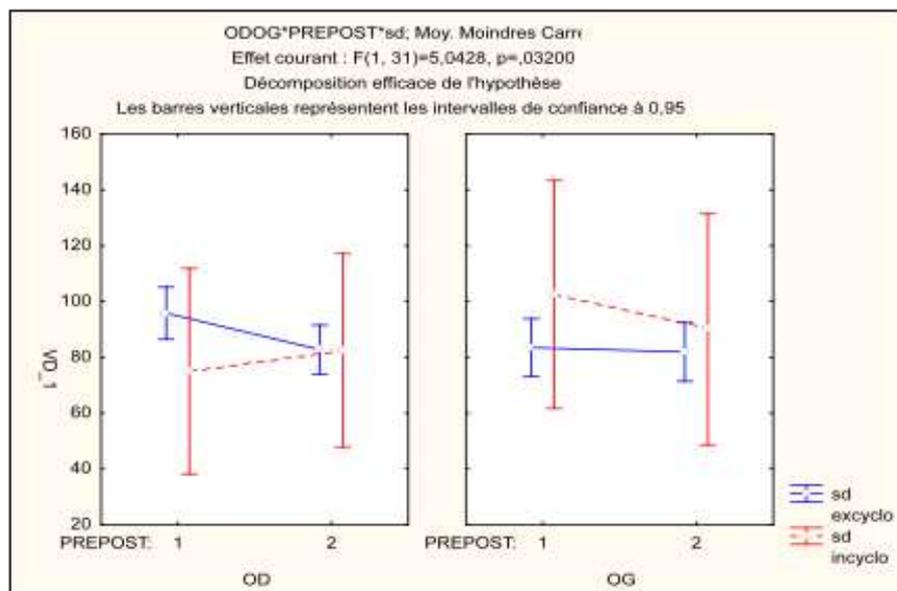
2.7.3. Étude de l'astigmatisme :

Parmi les patients opérés d'un syndrome extorsionnel, 31 présentaient un astigmatisme des deux yeux supérieurs à 0,75 dioptrie en pré et/ou en postopératoire (réfraction sous cycloplégie). Sa puissance moyenne était en pré opératoire de 1,9 dioptrie (sd = 1,2) à droite et de 1,8 (sd = 1,1) à gauche, et en postopératoire de 2,1 dioptries (sd = 1) à droite et de 1,9 dioptrie (sd = 1) à gauche. Pour l'œil droit, son axe moyen était de 95,8° (sd = 24,7) en préopératoire et de 82,7° (sd = 24) en postopératoire. Pour l'œil gauche, son

axe moyen était de 83,5° (sd = 28,7) en pré opératoire et de 81,9° (sd = 28,7) en postopératoire. Ainsi la variation d'axe était en moyenne de -13,1° (sd = 10,1) à droite et de -1,5° (sd = 16,7) après chirurgie des 4 muscles obliques.

Parmi les 7 patients opérés d'un syndrome intorsionnel, seulement 2 présentaient un astigmatisme bilatéral significatif pré et postopératoire. Sa puissance moyenne était de 1,6 dioptrie (sd = 0,2) pour l'œil droit et de 1,6 dioptrie (sd = 0,5) pour l'œil gauche en pré opératoire et de 2,25 (sd = 0,35) à droite et de 2,75 (sd = 0,7) à gauche en postopératoire. Pour l'œil droit, son axe moyen était de 75° (sd = 42,4) avant chirurgie et de 82,5° (sd = 24,7) après. Pour l'œil gauche, son axe moyen était de 102,5° (sd = 10,6) en pré opératoire et de 90° (sd = 28,2) en postopératoire. La variation de l'axe était donc de 7,5° (sd = 17,7) à droite et de -12,5° (sd = 17,7) à gauche après chirurgie des 4 obliques.

L'analyse statistique de l'axe (ANOVA) en fonction de la chirurgie, du côté et du type de syndrome retrouve une interaction significative entre ces 3 facteurs ($F_{1,31} = 5.04$, $p = 0.03$). L'analyse post-hoc (HSD Tukey) confirme que la variation d'axe est significative à droite après chirurgie du syndrome extorsionnel ($p < 0,001$). Les autres différences ne sont pas significatives, en particulier en raison du trop petit nombre d'observation dans le cas du syndrome intorsionnel.



graphique 10 : évolution de l'astigmatisme en fonction de l'intervention. Tableau gauche = axe d'astigmatisme de l'œil droit. Tableau droit = axe d'astigmatisme de l'œil gauche. 1 = pré opératoire ; 2 = post opératoire ; bleu = syndrome extorsionnel ; rouge = syndrome intorsionnel ; les barres verticales représentent les déviations standards.

La chirurgie du syndrome extorsionnel a tendance à diminuer l'axe de l'astigmatisme à droite, comme si le globe effectuait une rotation horaire. Cette tendance à gauche n'est pas confirmée, en particulier il n'existe pas d'argument en faveur d'une rotation antihoraire du globe. Selon le même raisonnement, la chirurgie du syndrome intorsionnel provoquerait une rotation du globe dans un sens antihoraire à droite et horaire à gauche. Cette observation n'est retrouvée que dans un cas sur 2 (patient 1 à droite patient 2 à gauche).

3. RÉSULTATS TORSIONNELS

3.1. DONNÉES GÉNÉRALES

Les dossiers des 76 patients dont les données chirurgicales ont pu être exploitées possédaient tous des rétinophotographies pré et postopératoires bilatérales exploitables.

Concernant les 69 syndromes extorsionnels, le nombre moyen de rétinophotographies pré opératoires était de 1,33 par œil et par patient (de 1 à 3). 19 patients présentaient au moins 2 RNM pré opératoires bilatérales, permettant d'évaluer la stabilité de la torsion dans le temps. Le nombre moyen de RNM postopératoire était de 2,09 par œil et par patient, allant de 1 à 5 selon le suivi. Au moins 2 RNM postopératoires ont été réalisées chez 42 patients (1 à 4 selon la durée du suivi).

Concernant les 7 syndromes intorsionnels, le nombre moyen de RNM réalisées en préopératoire était de 1,85 par œil et par patient (de 1 à 3). 5 patients bénéficiaient d'au moins 2 RNM pré opératoires bilatérales. Le nombre moyen de RNM postopératoire était de 1,71 par œil et par patient, allant de 1 à 2 selon le suivi. Au moins 2 RNM postopératoires étaient réalisées lors de 2 consultations distinctes chez 5 patients.

3.2. ÉTUDE DE LA TORSION PRÉOPÉRATOIRE

3.2.1. Torsions préopératoires :

Les valeurs normales de torsion rapportées dans la littérature se situent généralement entre 5,6 et 7,3°. Nous avons analysé la torsion de la dernière RNM précédant la chirurgie.

Torsion moyenne du syndrome extorsionnel :

	Torsion moyenne	DS	Minimum	Maximum
Œil droit	19,1°	6	8,6°	34,4°
Œil gauche	20,4°	5,5	7,7°	31,9°
Somme torsionnelle	39,5°	9,5	19,7°	60,7°

Tableau 6 : torsion pré opératoire (syndrome extorsionnel)

Chez un même individu, la somme des torsions droite et gauche était en moyenne de 39,5° (sd = 9,5). Cette somme torsionnelle était au minimum de 19,7° (soit 9,85° par œil chez le patient présentant le moins d'extorsion) et au maximum de 60,7° (soit 30,35° par œil chez le patient présentant le plus d'extorsion). Ces RNM ont été réalisées en moyenne 161 jours avant la chirurgie (sd 130,6 min = 0 max = 491)

Torsion moyenne du syndrome intorsionnel :

	Torsion moyenne	DS	Minimum	Maximum
Œil droit	-3,4°	5,9	-10,6°	6,9°
Œil gauche	-6,9°	4,1	-13°	-2,3°
Somme torsionnelle	-10,4°	7,1	-19°	1,3°

Tableau 7 : torsion pré opératoire (syndrome intorsionnel)

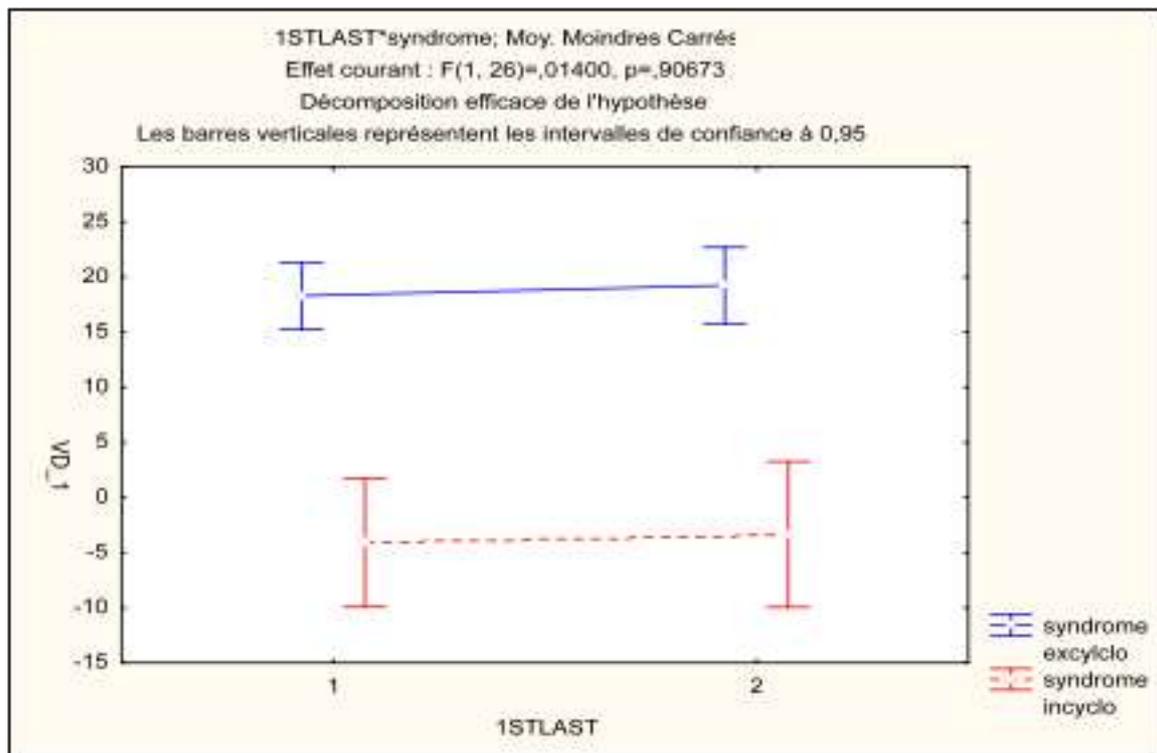
Chez un même individu, la somme torsionnelle était en moyenne de -10,4° (sd = 7,1). Cette somme torsionnelle était au minimum de -19° (soit -8° de torsion par œil chez le patient présentant le plus d'intorsion) et au maximum de 1,3° (soit 0,65° de torsion par œil chez le patient présentant le moins d'intorsion). Les RNM ont été réalisées en moyenne 295 jours avant la chirurgie (sd = 177,9 min = 90 max = 554).

L'analyse statistique (ANOVA) des torsions pré opératoires en fonction du syndrome et de la latéralité (œil droit ou gauche) ne retrouve une différence significative qu'entre les extorsions et les intorsions ($F_{1,74} = 183$ p < 0.001). Il n'existe pas de différence significative entre la torsion de l'œil droit et celle de l'œil gauche ($F_{1,74} = 0,7$ ns).

3.2.2. Stabilité torsionnelle pré opératoire :

Pour évaluer la stabilité de la torsion au fond d'œil, nous avons étudié les variations des repères anatomiques entre plusieurs RNM pré opératoires successives. Nous disposons d'au moins 2 RNM réalisées lors de consultations distinctes chez 19 patients avec un syndrome extorsionnel et 5 patients avec un syndrome intorsionnel. La durée moyenne séparant les 2 consultations était de 233 jours (sd = 117). La torsion moyenne des syndromes extorsionnels était alors d'environ 18,6° par œil lors de la première RNM et de 19,2° par œil lors des suivantes. Pour les syndromes intorsionnels, ces chiffres étaient respectivement de -4,4° et -3,3°.

- Pour l'œil droit, la différence de torsion entre la 1^{re} RNM et la suivante était en moyenne de 0,3° (sd = 3,36), avec des extrêmes allant d'une diminution de 9,4° à un gain de 6,4°.
- Pour l'œil gauche, cette différence est en moyenne de 1,5° (sd = 5,28), avec des extrêmes variant de -13,6° à 7,2°.



graphique 11 : évolution de la torsion en pré opératoire (n=24). 1 = première torsion renseignée dans le dossier ; 2 = dernière torsion pré opératoire renseignée dans le dossier. Bleu = syndrome extorsionnel ; rouge : syndrome intorsionnel ; les barres verticales représentent les déviations standards. Délai moyen entre 1 et 2 = 233 jours (sd=117)

L'analyse statistique (ANOVA) ne retrouve pas de variation significative de torsion en fonction du temps ($F_{1,26} = 1,3$ ns) ou de la latéralité ($F_{1,26} = 0,2$ ns), quel que soit le type de syndrome torsionnel. Les interactions entre ces facteurs ne sont pas non plus significatives.

Si nous tenons compte de la somme torsionnelle des 2 yeux, la variation est alors en moyenne de 1,8 ° (soit 0,9° par œil). Cette différence était de 1,9° (sd = 5,9) pour les syndromes extorsionnels et de 1,5° (sd = 8,6) pour les syndromes intorsionnels.

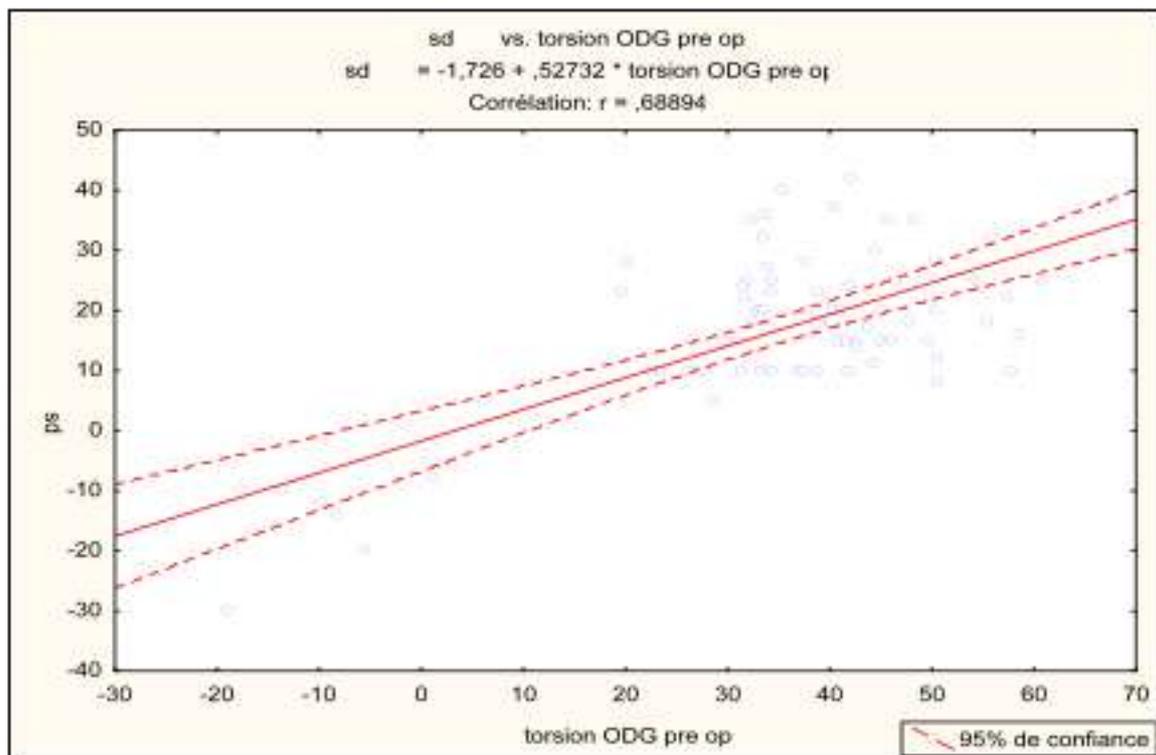
La somme torsionnelle semble également stable dans le temps, sans différence significative entre la première et la seconde consultation ($F_{1,26} = 1,3$ ns).

3.2.3. Relation entre torsion et syndrome alphabétique :

Les patients de notre cohorte avec un syndrome alphabétique en V présentaient en moyenne une torsion du fond d'œil plus importante que la moyenne. De même les patients avec un syndrome A présentaient en général une torsion moins importante par rapport à la population générale. Pour rechercher une relation entre l'importance du syndrome alphabétique et l'importance de la torsion, nous avons réalisé une régression linéaire simple entre ces deux facteurs. Nous mettons alors en évidence une relation significative ($F_{1,74} = 66,9$; $p < 0.001$; erreur type = 12,5) du type :

$$\text{Syndrome alphabétique} = -1,726 + (\text{torsion} \times 0,52732)$$

Cependant le R^2 ajusté = 0.47, ce qui signifie que seulement 47 % de la variabilité du syndrome alphabétique est prédite par les valeurs de la torsion.



graphique 12 : corrélation entre la torsion et le syndrome alphabétique pré opératoires. Abscisse = torsion pré opératoire (en degrés) ; ordonnée = syndrome alphabétique (en dioptries prismatiques) ; ronds bleus = données des patients ; ligne rouge continue : relation linéaire.

3.3. ÉTUDE DE LA TORSION POST OPÉRATOIRE

3.3.1. Premières rétinophotographies postopératoires :

Torsion moyenne du syndrome extorsionnel :

	Torsion moyenne	DS	Minimum	Maximum
Œil droit	8,1°	5,4	-11,3°	22,5°
Œil gauche	9°	5,7	-6,1°	19,8°
Somme torsionnelle	17,2	8,1	-6,5°	34,3°

Tableau 8 : torsion post opératoire , 1^{ère} mesure (syndrome extorsionnel)

Ces RNM ont été réalisées en moyenne 203 jours après la chirurgie (sd 177,3 min = 23 max = 1 328).

Torsion moyenne du syndrome intorsionnel :

	Torsion moyenne	DS	Minimum	Maximum
Œil droit	5,7°	2,2	3,8°	9,7
Œil gauche	3,3°	5,3	-4,2°	13,1°
Somme torsionnelle	9,0°	5,7°	0,4°	17,1°

Tableau 9 : torsion post opératoire, 1^{ère} mesure (syndrome intorsionnel)

Ces RNM ont été réalisées en moyenne 184 jours après la chirurgie (sd 201,8 min = 62 max = 522). En postopératoire immédiat, il existe encore une différence significative entre les valeurs torsionnelles en fonction du syndrome pré opératoire (ANOVA $F_{1,74} = 6,7$ $p < 0.011$). Il n'existe pas de différence entre les côtés droit et gauche.

3.3.2. Dernières rétinophotographies postopératoires :

Pour cette analyse, nous utilisons les dernières rétinophotographies disponibles pour chaque patient. Certains ont été opérés une ou deux fois sur les droits horizontaux pour traiter la composante horizontale de leur strabisme. Cette chirurgie était toujours

bimusculaire monoculaire, respectant les lignes d'action du muscle. Aucun déplacement vertical des insertions des droits horizontaux n'a été réalisé. Aucune chirurgie complémentaire sur les muscles obliques n'a été réalisée (les RNM des 6 patients ayant eu un complément de chirurgie sur les muscles obliques sont exclues).

Torsion moyenne du syndrome extorsionnel :

	Torsion moyenne	DS	Minimum	Maximum
Œil droit	9,4°	5,2	-1°	29,3°
Œil gauche	9,8°	5,6	-1,3°	22,7°
Somme torsionnelle	19,2°	8,3	0,9°	44,2°

Tableau 10 : torsion post opératoire, dernière mesure (syndrome extorsionnel)

Ces RNM ont été réalisées en moyenne 534,5 jours après la chirurgie (sd 435,4 min = 64 max = 1 882).

Torsion moyenne du syndrome intorsionnel :

	Torsion moyenne	DS	Minimum	Maximum
Œil droit	4,7°	3,8	-0,6°	9,7°
Œil gauche	1°	5	-4,2°	11,6°
Somme torsionnelle	5,7°	6,1	-1,2°	14,2°

Tableau 11 : torsion post opératoire, dernière mesure (syndrome intorsionnel)

Ces RNM ont été réalisées en moyenne 420,1 jours après la chirurgie (sd 290,3 min = 63 max = 853).

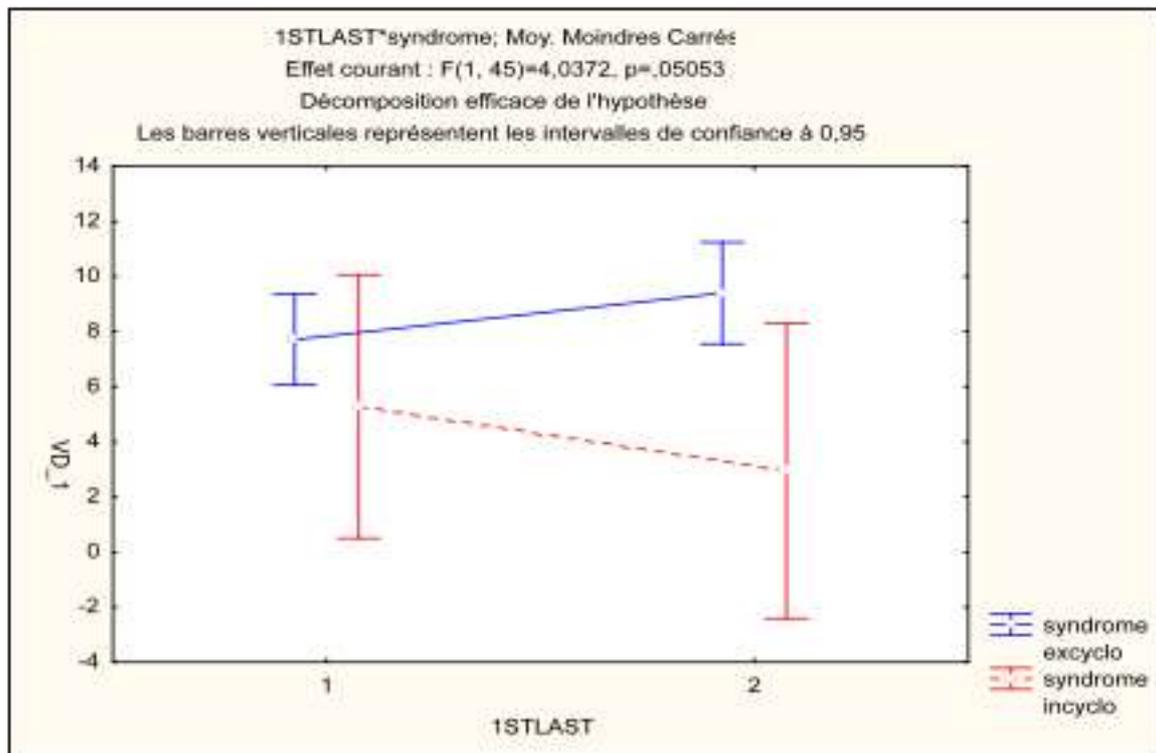
Avec le temps, la différence postopératoire de torsion entre les deux syndromes persiste et devient plus significative (ANOVA $F_{1,74} = 17,4$ $p < 0.001$). Elle reste cependant beaucoup moins importante qu'en pré opératoire.

3.3.3. Stabilité torsionnelle postopératoire :

Au moins 2 rétinophotographies réalisées lors de consultations postopératoires distinctes étaient disponibles chez 47 patients, 42 avec un syndrome extorsionnel et 5 avec un syndrome intorsionnel. Le délai moyen entre la 1^{re} et la dernière RNM était de 522 jours (sd = 428).

Pour les syndromes extorsionnels, la torsion moyenne était de 7,7° par œil en postopératoire immédiat et de 9,4° sur les dernières rétinophotographies. La différence

entre la première et la dernière RNM postopératoires était de 2,1° à droite (sd = 4,6) et de 1,2° à gauche (sd = 6,6). Globalement la torsion s'est majorée de 3,4° réparties sur les 2 yeux, avec une grande dispersion des résultats (sd = 8,8).



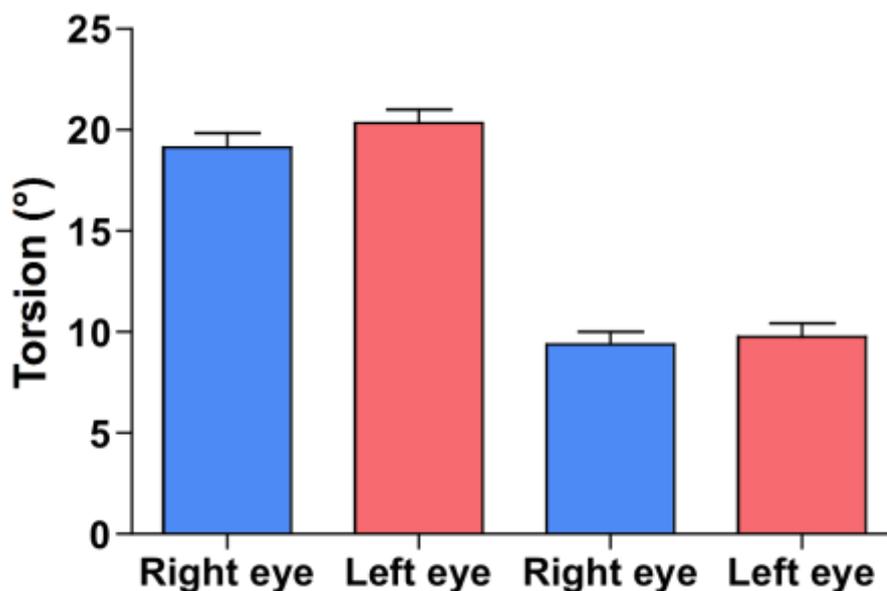
graphique 13 : évolution de la torsion post opératoire (n=47). 1 = première torsion renseignée dans le dossier ; 2 = dernière torsion post opératoire renseignée dans le dossier. Bleu = syndrome extorsionnel ; rouge : syndrome intorsionnel ; les barres verticales représentent les déviations standards. Délai moyen entre 1 et 2 = 522 jours (sd=428)

Pour les syndromes intorsionnels, la torsion moyenne était de 5,3° par œil en postopératoire immédiat et de 2,9° sur les dernières rétinophotographies. La différence entre la 1^{re} et la dernière RNM postopératoires était de -1,5° à droite et de -3,2° à gauche. Globalement la torsion s'est minorée de 4,7°, répartie sur les 2 yeux (sd = 3).

Une ANOVA réalisée sur les valeurs de torsion en fonction du délai de consultation, du syndrome initial et de la latéralité confirme la différence significative qui persiste en postopératoire entre les deux syndromes ($F_{1,45} = 7,8$ p = 0.008). L'interaction entre le délai et le type de syndrome approche également le seuil de significativité ($F_{1,45} = 183$ p < 0.051). En analysant graphiquement cette interaction, il existe pour les syndromes extorsionnels une tendance à majorer leur torsion avec le temps. L'analyse est exactement opposée pour les syndromes intorsionnels, qui semblent minorer leur

torsion avec le temps. Ces résultats pourraient être interprétés comme un léger relâchement de la chirurgie sur le long terme, les résultats postopératoires immédiats étant légèrement majorés. Cependant il ne s'agit ici que d'une tendance, l'analyse post-hoc (HSD Tukey) de cette interaction approchant le seuil de significativité pour le groupe d'excyclotorsion ($p = 0,06$) mais pas pour le groupe des incyclotorsions ($p = 0,61$).

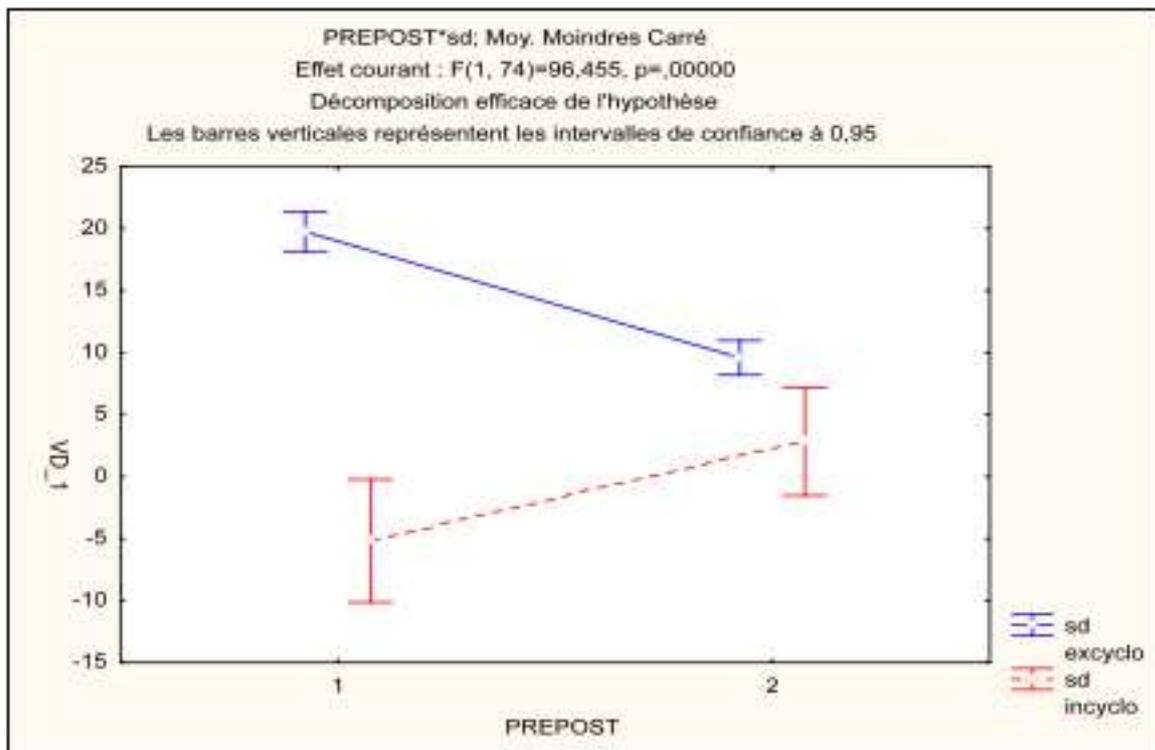
3.4. EFFET DE LA CHIRURGIE SUR LA TORSION



graphique 14 : Torsion pré et post opératoire (syndrome extorsionnel). Colonne bleu = œil droit ; colonne rouge = œil gauche ; deux premières colonnes = torsions pré opératoires ; deux dernières colonnes = torsions post opératoires. Les barres verticales représentent les déviations standards.

La différence de torsion entre la dernière RNM pré opératoire et la dernière RNM postopératoire correspond au gain torsionnel par effet de la chirurgie. L'analyse statistique de la torsion (ANOVA) met en évidence une interaction significative entre le moment de la consultation (pré ou postopératoire) et le type de syndrome ($F_{1,74} = 96,45$ $p < 0,001$). L'analyse post-hoc confirme que la chirurgie a permis de diminuer la torsion dans les syndromes extorsionnels ($p < 0,001$) et au contraire a permis de l'augmenter dans les syndromes intorsionnels ($p < 0,001$).

Pour les syndromes extorsionnels (n = 69) le gain moyen était de 10° pour l'œil droit (sd = 5,8) et de 11° pour l'œil gauche (sd = 6,16). Il pouvait varier de -1° au minimum à 29° au maximum. Pour les syndromes intorsionnels (n = 7), le gain moyen était de -7,9° (sd = 5,7) à droite et de -4,7° (sd = 8,2) à gauche. Sa variation allait de 2,7° au minimum à -19,1 au maximum. Nous ne retrouvons pas de différence significative entre les gains torsionnels de l'œil gauche et celui de l'œil droit, quel que soit le syndrome (ANOVA $F_{1,74} = 2,1$ ns).



graphique 15 : évolution de la torsion. 1 = torsion pré opératoire ; 2 = torsion post opératoire ; bleu = syndrome extorsionnel ; rouge = syndrome intorsionnel ; les barres verticales représentent la déviation standard.

En traitant le syndrome extorsionnel, le rendement chirurgical était de $0,59 \pm 0,33^\circ$ par mm de muscle opéré pour l'œil droit et de $0,65 \pm 0,35^\circ$ par mm pour l'œil gauche. Dans le cas des syndromes intorsionnels, ce rendement était de $0,54 \pm 0,37^\circ$ par mm pour l'œil droit et de $0,45 \pm 0,56^\circ$ par mm pour l'œil gauche.

DISCUSSION

1. DONNÉES ÉPIDÉMIOLOGIQUES :

Compte tenu du caractère spécialisé du service d'ophtalmologie du CHU de Nantes, l'âge de la première consultation dans le service s'avère relativement tardif : les enfants sont pour la première fois, examinés entre leurs 4^e et leur 5^e années. Cela s'explique par l'organisation des soins, les enfants étant en général, suivis par un ophtalmologiste ou un orthoptiste proche de leur domicile. Ils sont adressés au centre hospitalier en général pour un avis sur une prise en charge chirurgicale. Cela explique en général le délai entre l'apparition du strabisme et la 1^{re} consultation.

Le questionnaire épidémiologique qui est rempli lors de la première consultation est donc biaisé par le temps. Si les données concernant l'accouchement ou la grossesse sont en général pertinentes, d'autres (comme l'âge d'apparition des premiers symptômes) sont plus aléatoires. Nous devons donc tenir compte de ce biais dans l'interprétation des données.

1.1. PRÉCOCITÉ DU TROUBLE :

Les patients inclus dans notre étude présentent une entité syndromique torsionnelle associant systématiquement un syndrome alphabétique et une torsion significative au fond d'œil. Cette population a permis d'identifier 91 % de syndrome V et 9 % de syndrome A. Cette répartition est légèrement supérieure à ce qui est rapporté classiquement dans la littérature : la proportion de syndrome V est en général de 72 à 74 % (46;54). Parmi les patients, une ésoptropie initiale est identifiée dans 90 % des syndromes extorsionnels et 86 % des syndromes intorsionnels. La proportion de 9 ésoptropies pour 1 exotropie correspond bien aux données connues (46). Le sexe ratio est inversé entre nos deux populations, un plus grand nombre de garçon présentant un syndrome extorsionnel ; Parmi les 7 patients présentant un syndrome intorsionnel, seulement 3 garçons sont dénombrés. Cependant cette différence n'est pas significative. Si l'âge d'apparition des symptômes est plus tardif dans les incyclotorsions (24 mois contre 13 pour les excyclotorsions), la médiane des groupes est identique (12 mois). De plus, des signes d'installation précoce du trouble oculomoteur sont identifiés très fréquemment au cours du suivi des patients : nystagmus manifeste latent (excyclotorsion = 55 %, incyclotorsion = 42 %), déviation verticale dissociée (excyclotorsion = 37 %, incyclotorsion = 57 %) ou hypermétropie de refixation

(excyclotorsion = 89 %, incyclotorsion = 71 %). L'un de ces 3 signes est identifié chez 85 à 97 % des patients. 50 % des patients ont présenté une amblyopie à un moment de leur suivi. 100 % des patients présentaient un tableau d'hyperaction d'un muscle oblique en préopératoire.

Ces données permettent de mieux identifier le type de strabisme associé aux syndromes torsionnels. Dans la très grande majorité des cas, il s'agit probablement d'un strabisme précoce. Ce trouble s'installe dans les 1ers mois de vie. Son expression est dans notre population relativement tardive (en moyenne à 13 mois, pour classiquement une expression dans les 6 premiers mois de vie). Pour expliquer ce retard, il peut y avoir plusieurs raisons. Nous avons déjà évoqué le biais que constitue le questionnaire a posteriori, rempli lors de la première consultation vers l'âge de 5 ans. Par ailleurs il n'est pas rare que les parents ne se soient pas rendu compte du strabisme dans les premiers mois de son existence. Enfin il est possible que les syndromes torsionnels constituent un sous-groupe de strabismes précoces, à expression plus tardive.

De plus, l'identification d'un nystagmus manifeste latent ou d'une déviation verticale dissociée signe l'apparition précoce du trouble, rendant en théorie toute vision binoculaire impossible (3 % avec une stéréopsie de qualité après traitement (55)). Le tableau d'hyperfonction d'un muscle oblique est également fréquemment associé au strabisme précoce : de 36 % pour les études les plus anciennes (56) à 78 % pour des études les plus récentes (57). La fréquence de l'hyperaction des muscles obliques est beaucoup plus importante dans le strabisme précoce (72 %) que dans les ésootropies accommodatives (34 %) ou dans les exotropies intermittentes (32 %) (58). Ces mouvements qui signent la précocité du trouble pourraient avoir une origine familiale (59). Enfin la plupart des patients présentent une hypermétropie de refixation. Pour le Pr Quéré, ce symptôme est pathognomonique de la correspondance rétinienne anormale (60;61). Le mécanisme de cette hypermétropie est expliqué par une différence de localisation égocentrique des deux rétines. La présence de plusieurs de ces mouvements lors de l'examen clinique des patients est un indice fort pour l'origine précoce du syndrome torsionnel.

Un patient sur 2 a été traité pour une amblyopie, ce qui correspond à la proportion identifiée dans les strabismes précoces (35 % pour von Noorden, 38 % pour

Costenbader). Cette amblyopie a le plus souvent été bien prise en charge par les correspondants, puisque seulement 3 patients n'étaient pas en isoacuité au moment de la chirurgie. Initialement la réfraction de 95 % des patients retrouvait une hypermétropie (25 % faible, 50 % moyenne, 20 % forte). Seul 5 % des patients étaient myope. Notre série comporte plus d'amétropies fortes que celle décrite par Costenbader (55), qui décrivait également 95 % d'hypermétropie dans le strabisme congénital (47 % faible, 42 % moyenne, 6 % forte). Il est intéressant de noter que lors de la dernière consultation, la proportion des hypermétropies faibles diminue au profit des myopes et des hypermétropes forts. Si une partie des hypermétropes faibles a évolué avec la croissance vers une myopie, une autre partie de notre population a démasqué l'hypermétropie latente à force de cycloplégies répétées dans le temps. C'est probablement l'utilisation de ces cycloplégiques qui expliquent la relative importance des hypermétropes forts dans notre population par rapport à celle de Costenbader.

1.2. FACTEURS DE RISQUE :

Une part non négligeable des syndromes torsionnels présente des antécédents personnels significatifs. Ainsi la durée moyenne de gestation est plus courte que la normale. Pour les syndromes V comme pour les syndromes A, il existe une proportion importante de prématurité (respectivement 20,3 % et 42,9 %) et d'hypotrophie néonatale (9,5 % et 28,6 %). Les deux syndromes diffèrent principalement par la proportion d'autres antécédents personnels significatifs : des pathologies gestationnelles, périnatales, neurologiques ou ophtalmologiques sont associées à 20,3 % des syndromes V mais à 57,1 % des syndromes A. En incluant tous les antécédents personnels, ces chiffres montent respectivement 32,4 % et à 71,4 %. Des constatations similaires sont réalisées lorsque nous étudions plus spécifiquement le facteur horizontal (ésotropie versus exotropie). Ainsi la présence d'anomalies périnatales autres que la prématurité et l'hypotrophie est plus fréquemment associée aux exotropies qu'aux ésotropies, et aux syndromes A qu'aux syndromes V.

La prématurité est un facteur fréquemment retrouvé dans les strabismes précoces, allant de 17 % (62) à 34 % (63). Un poids de naissance inférieur à 2 500 g multiplie le risque de strabisme par 3,5 (64). Les autres facteurs de risques périnataux ont été peu étudiés (pour une revue, (65)). Dans cette étude d'une large cohorte basée sur la

population, les auteurs ont recherché des liens statistiques entre différents facteurs périnataux et la survenue d'un strabisme. Cette cohorte comprend 96 842 enfants nés entre 1996 et 2003 au Danemark. 1 320 dossiers d'enfant présentant un strabisme ont pu être étudiés. Il existe une association statistique entre le petit poids de naissance (inférieur à 2 500 g) et le risque de développer un strabisme, quel que soit son type (congénital, accommodatif...). Ainsi des poids de naissance inférieurs à 2 000 g ou compris entre 2 000 et 2 500 g augmentent respectivement le risque de strabisme de 42 % et de 74 %. Les enfants nés avant 37 semaines de gestation présentent également un risque plus élevé de strabisme, ce risque étant cependant pondéré par le poids de naissance. L'analyse multivariée révèle une augmentation de risque de 19 % pour les enfants nés avant 32 semaines, et de 39 % pour les enfants nés entre 33 et 36 semaines de gestation. Les enfants nés post-termes ont un risque diminué de 18 %. Lorsque le périmètre crânien est inférieur à 30 cm ou supérieur à 37 cm le risque augmente respectivement de 18 % ou de 36 %. Les anomalies congénitales sont également souvent associées au strabisme : le risque augmente de 391 % pour les malformations faciales et cervicales et de 655 % pour les aberrations chromosomiques. Dans ce cas les patients développeront plus souvent une exotropie qu'une ésoptropie. La délivrance par césarienne augmente également le risque d'exotropie. L'analyse des facteurs de risque en fonction du type de strabisme met en évidence un risque accru de strabisme congénital chez les enfants porteurs d'anomalies congénitales et chez les enfants avec un petit poids de naissance. L'âge parental n'a pas été identifié comme facteur de risque, alors que les antécédents d'asphyxie néonatale, de score Apgar bas à 5 minutes, de grossesse multiple, pré-éclampsie ou d'infection néonatale augmentent légèrement le risque de strabisme.

Les enfants prématurés présentent une immaturité visuelle qui en retardant l'apprentissage précoce de l'expérience sensorielle va augmenter le risque de développer un strabisme. Ainsi tout facteur empêchant la mise en place de la vision stéréoscopique est susceptible de provoquer un strabisme précoce. La mise en place de ce système débute avant la naissance, et il est intéressant de constater que les enfants nés avant 32 semaines ont un risque moins élevé que ceux nés entre 32 et 36 semaines. Ainsi la période sensible débute donc in utero après le 7^e mois de grossesse, et va s'étendre sur les 6 premiers mois de vie.

Notre étude met en évidence la fréquence des anomalies neurologiques et fœtales dans ce syndrome. Des examens morphologiques ne sont actuellement réalisés qu'en cas d'anomalies cliniques associées au strabisme, ou dans certains cas particulier (exotropie survenant avant l'âge de 6 mois). Une étude réalisée chez 48 prématurés présentant des lésions de leucomalacie périventriculaire diagnostiquée à l'IRM a identifié un strabisme dans 92 % des cas (66). Comme dans notre étude, des anomalies congénitales neurologiques sont en général plus souvent associées à une exotropie (65). Par ailleurs nous sous-estimons probablement le nombre réel d'anomalies encéphaliques mineures impliquées dans la genèse du strabisme. Ainsi une étude en IRM de l'encéphale de 65 enfants (dont 38 strabiques) a retrouvé 8 % de leucomalacie périventriculaire chez les enfants avec un strabisme précoce (67). Cette nécrose de la substance blanche, pouvant se situer le long des radiations optiques, est un signe de souffrance fœtale ou néonatale. Selon D. Denis (63), ces formes mineures passeraient inaperçues à la naissance, ne se révélant que plusieurs mois plus tard par un strabisme congénital.

Notre population présente également un nombre significatif d'antécédents familiaux de strabisme (44,6 % pour les syndromes V et 28,6 % pour les syndromes A, environ 40 % pour les ésootropies et les exotropies). La prévalence de l'hérédité est variable selon les études, pouvant aller de 20 à 50, voire 65 % (63). Certains suspectent une transmission autosomique dominante à pénétrance incomplète (68). En combinant facteurs de risque personnels et familiaux, environ 2 syndromes torsionnels sur 3 présentent un risque de développer un strabisme.

2. DONNÉES CHIRURGICALES ET TORSIONNELLES

2.1. DONNÉES CHIRURGICALES :

2.1.1. Efficacité sur le syndrome alphabétique :

Notre étude rétrospective a permis de mettre en évidence au moins 70 % d'anomalie pré opératoires au niveau des muscles obliques dans les syndromes extorsionnels. Il s'agit en général d'une hyperlaxité du muscle oblique supérieur pré opératoire, parfois d'une anomalie de l'insertion d'un oblique. Des anomalies similaires ont été mises en évidence dans 4 syndromes intorsionnels sur 7. Ces anomalies tendent à confirmer l'implication

des muscles obliques dans le syndrome torsionnel. Une grande partie de la littérature s'accorde sur l'implication du muscle oblique inférieur dans la genèse de l'élévation en adduction et du syndrome V. La prise en charge chirurgicale a donc longtemps été orientée vers un affaiblissement de l'oblique inférieur. Cependant certains chirurgiens ont noté la persistance d'une hypo-action du muscle oblique supérieur dans 87 % des syndromes V opérés par un recul bilatéral des obliques inférieurs (69). L'hyperaction de l'un des obliques est-elle primitive, ou secondaire à l'hypo-action de son antagoniste homolatéral? La variation du tonus d'un muscle sur le long terme provoque une adaptation de la structure de ce muscle (15). Ainsi quelle que soit l'origine de cette variation, il semble effectivement exister un déséquilibre chronique entre les obliques, justifiant une prise en charge chirurgicale de la paire musculaire.

La technique chirurgicale proposée permet de diminuer significativement le syndrome alphabétique, gagnant en moyenne 17 dioptries dans les syndromes V et 14 dioptries dans les syndromes A. Après chirurgie du syndrome extorsionnel, environ 78 % des patients ne présentaient plus d'incomitance clinique. Une sous-correction chirurgicale a été observée dans 13 % des cas, une légère sur correction dans 9 %. Tous les syndromes A ont été cliniquement améliorés par la chirurgie. La déviation angulaire en position primaire semble être un facteur prédictif de sous ou de sur correction. Un angle faible semble associer à un plus grand nombre de sous-correction. En postopératoire une impotence dans le champ d'action du muscle « hyperactif » a été observée dans 20 cas sur 76 (7 unilatéral, 13 bilatéral). Aucune impotence postopératoire n'a nécessité de reprise chirurgicale.

Une sous-correction après traitement chirurgical du syndrome V est fréquente. Certaines études l'estiment à 15 % après un recul gradué, 53 % après une antéroposition, et jusqu'à 75 % après ténotomie (70;71). Une paralysie de l'oblique inférieure postopératoire a été constatée dans 4 % des reculs, 14 % après ténotomies et jusqu'à 40 % après transposition antérieure. Sur une étude rétrospective (46) de 330 syndromes alphabétiques opérés soit par recul bilatéral des obliques supérieurs (syndrome A), soit par recul bilatéral des obliques inférieurs (syndrome V), Ali et collaborateurs retrouvent une efficacité comparable à notre procédure (83 % d'incomitance < 10 dioptries, 13 % de sous correction, 4 % de sur correction).

Cependant pour les grandes déviations, les auteurs avaient dû réaliser un recul maximal de l'oblique inférieur (12 mm), parfois pourvoyeur d'impotence d'élévation. La chirurgie des 4 muscles obliques dans les syndromes torsionnels semble être une procédure au moins aussi efficace que les standards de la littérature.

2.1.2. Action sur l'horizontalité :

Agir simultanément sur les 4 muscles obliques modifie l'importance de la déviation strabique en position primaire de manière modérée mais parfois significative. Après chirurgie, l'angle moyen des ésootropies a tendance à diminuer de 5 à 6 dioptries aussi bien en vision de loin que de près. Cette différence n'est pas retrouvée dans les exotropies. Cette diminution angulaire s'observe sur l'ensemble du groupe, quelle que soit l'importance de la déviation initiale.

Les muscles obliques auraient une action tertiaire abductrice. La plupart des auteurs s'entendent cependant sur l'absence d'effet de la chirurgie d'affaiblissement des muscles obliques inférieurs sur l'horizontalité. Ainsi Starger and Parks ne notent pas de modification de l'angle en position primaire dans 86 % des microtropies opérées d'un syndrome V, 6 % évoluant vers une ésotropie supérieure à 3 dp et 8 % vers une exophorie de plus de 3 dp (72). Dans une série comparant 61 patients opérés d'une ésotropie par un double recul des droits médiaux à 18 patients opérés par la même procédure associée à un recul bilatéral des muscles obliques inférieurs (69), les auteurs n'ont pas mis en évidence de différence en position primaire à 3 mois. Cependant à 2 ans l'effet de la chirurgie est plus important dans le premier groupe. Cette différence peut-elle être due à une diminution de l'action abductrice des muscles obliques inférieurs dans le second groupe ? Cet argument est difficilement recevable. Les concepts modernes de physiologie des muscles extra-oculaires estiment que l'action abductrice des muscles obliques est quasiment nulle. Ainsi une paralysie de la IV^e paire crânienne n'entraîne pas de déviation horizontale, de même que son traitement par plicature du muscle oblique supérieur. De plus, le protocole chirurgical adopté dans cette étude à consister à affaiblir un oblique et à renforcer en même temps son antagoniste homolatéral. L'action résultante est donc nulle. Ainsi la diminution angulaire post-chirurgicale observée dans les ésootropies doit trouver son origine ailleurs. Il est possible qu'en diminuant les incomitances verticales, la chirurgie des 4 muscles obliques

améliore les capacités fusionnelles des patients, en particulier la où la déviation est la plus importante (dans le regard en bas et de près). Cela pourrait permettre sur le long terme un relâchement de l'angle en position primaire.

2.2. DONNÉES TORSIONNELLES :

Les cliniciens ont souvent utilisé des méthodes subjectives pour déterminer la torsion oculaire. Une méthode indirecte consiste à analyser en périmétrie le déplacement de la tâche aveugle. Les coordimètres de Hess-Weiss et la paroi tangentielle de Harms permettent une appréciation de la torsion perçue, mais nécessite une correspondance rétinienne normale. D'autres méthodes peuvent faire intervenir la torche de Krats, le double prisme de Maddox ou le synoptophore. Ces tests présentent deux limites :

- Ils nécessitent sensorialité normale
- Ils nécessitent une parfaite coopération du sujet

L'analyse de la torsion en cas de sensorialité anormale, et en particulier chez l'enfant a rendu nécessaire l'utilisation de méthode objective de la torsion oculaire. Dans ce but l'étude des repères anatomiques de l'œil s'est avérée un moyen efficace d'étudier la torsion. Si les photographies de segment antérieur permettent une analyse dynamique de la torsion de l'œil, elles ne permettent pas la comparaison entre sujet. Les rétinophotographies ont été proposées en 1982 pour analyser la torsion entre deux repères anatomiques constants chez tous les sujets : la papille et la fovéa (73).

Dans une étude sur 50 sujets, Bixenman et von Noorden ont montré que la localisation moyenne de la fovéa était en moyenne $7,3 \pm 2,6$ degrés en dessous du centre géométrique du nerf optique chez le sujet normal, ce qui correspond à peu près à une projection horizontale de la fovéa dans le $\frac{1}{4}$ inférieur de la papille. Rohrschneider confirme dans une étude (74) sur 104 sujets normaux que l'angle de rotation entre la fovéa et le centre du nerf optique est relativement stable, avoisinant $5,6 \pm 3,3$ degrés. Enfin dans son étude sur un échantillon de 150 sujets normaux (53), F. Lefèvre retrouve un angle moyen de $6,3 \pm 2,6$ degrés. Un tiers de l'effectif était constitué d'enfants de moins de 12 ans (âge moyen $6,9 \pm 2,4$ ans), et un tiers de sujet de plus de 50 ans. La mesure de la torsion ne retrouvait pas de différence significative en fonction de l'âge du sujet. Cette étude a mis en évidence la relative stabilité des mesures de torsion lors de deux examens successifs. Ainsi les rétinophotographies constituent un outil objectif de

mesure de la torsion du globe, permettant une analyse stable dans le temps et des comparaisons avec des valeurs normales variant au maximum entre 3 et 10°.

L'analyse de la torsion objective dans les pathologies oculomotrices est peu documentée. Dans son étude sur les paralysies congénitales du muscle oblique supérieur, F. Lefèvre met en évidence une extorsion significative à la fois sur l'œil paralysé (10,7°) mais également sur l'œil sain (8,8°) par rapport à leur groupe témoin. Une extorsion subjective l'œil adelphe avait déjà été rapportée (75), ce phénomène étant expliqué par la loi d'innervation réciproque de Hering. Kushner étudie 60 yeux présentant pour moitié un tableau d'hyperaction des obliques inférieurs et pour moitié un tableau d'hyperaction des obliques supérieurs (31). L'étude systématique des rétinophotographies retrouvait alors respectivement une excyclotorsion de $13,96^\circ \pm 6,20$ et une incyclotorsion de $14,02^\circ \pm 7,03$. Enfin en prenant systématiquement des rétinophotographies sous anesthésie générale avant une chirurgie précoce du strabisme, Eustis et Nussdorf ont montré que l'excyclotorsion était parfois prédictive de l'apparition du syndrome alphabétique (76).

Dans notre étude, la torsion moyenne du fond d'œil est différente des valeurs normales. Ainsi les syndromes extorsionnels présentent en moyenne une torsion de 20° par œil, alors que la torsion des syndromes intorsionnels est en moyenne de -5° par œil. Il n'existe pas de différence significative entre l'œil droit et le gauche. Cette torsion semble stable dans le temps, ne présentant pas de variation significative sur une période moyenne de 233 jours. Il existe une relation entre l'importance du syndrome alphabétique et l'importance de la torsion, mais cette relation est partielle : la torsion ne prédit que pour moitié l'incomitance verticale. D'autres facteurs anatomiques (26) ou neurogènes (15) pourraient également intervenir partiellement.

La chirurgie des 4 muscles obliques permet de normaliser au moins partiellement cette torsion. Si l'effet de la chirurgie semble être majoré en postopératoire, il reste cependant efficace dans le temps : après une surveillance de plus de 1 an, la torsion est en moyenne de 9,5° pour les syndromes extorsionnels et de 3° pour les syndromes intorsionnels. Le rendement de la chirurgie est ainsi d'environ 0,6° par mm de muscle opéré pour les syndromes extorsionnels et de 0,5 ° par mm pour les syndromes intorsionnels. Une

étude prospective (77) retrouve en moyenne un gain de 3 à 5° lors des chirurgies classiques de syndrome V (recul ou antéroposition des obliques inférieurs). Si le recul de Fink correspond à un recul de 8 mm, alors le gain torsionnel est de 0,5° par mm. Dans une autre étude (78) s'intéressant à l'effet d'un recul moyen de 10,2 mm, la variation torsionnelle mesurée par rétinographie n'était que de 3,7° à 4 mois (soit un gain d'environ 0,4° par mm). Dans les syndromes A, un recul du muscle oblique supérieur a été réalisé chez 16 patients (77). Le muscle était réinséré à 6 mm du bord nasal du droit supérieur, soit à environ 16 mm de son insertion primitive. Le gain torsionnel était alors de 0,7° par mm. Ces données confirment que l'efficacité moyenne de la chirurgie des obliques sur la torsion est d'environ 0,5° par mm, quel que soit le muscle opéré.

2.3. MODE D'ACTION DE LA CHIRURGIE

Quelle qu'en soit l'origine, les syndromes torsionnels se manifestent par une torsion anormale du fond d'œil associée à des incomitances verticales. Agir sur les muscles obliques permet de normaliser cette torsion sur les rétinophotographies. Tout se passe comme si le globe effectuait une rotation dans le sens opposé au syndrome sous l'effet de la chirurgie. Cette théorie est validée dans notre étude, par la modification de la torsion observée au fond d'œil associée à la modification de l'axe d'astigmatisme après chirurgie (rotation horaire d'environ 10° de l'œil droit dans le syndrome extorsionnel). Cette variation d'astigmatisme a déjà été rapportée après chirurgie d'affaiblissement ou de renforcement des muscles obliques (79). Tous ces arguments sont en faveur d'une torsion de l'ensemble du globe, provoquée par la chirurgie, et de sens opposé au syndrome torsionnel. Cette contre-torsion normalise-t-elle les rapports anatomiques des muscles droits verticaux ? Ou bien est-ce un phénomène annexe, l'effet principal de la chirurgie étant d'affaiblir des muscles primitivement hyperactifs et de renforcer son antagoniste hypoactif ? Une étude récente (80) a permis d'enregistrer les décharges neuronales du noyau de la III^e paire crânienne chez le singe rendu strabique par privations sensorielles alternées. Trois de ces animaux ont développé une exophorie avec un syndrome alphabétique en V. Lors de la réalisation de poursuite oculaire verticale, les décharges neuronales du noyau du III de l'œil non directeur codaient l'incomitance verticale. Cet argument fort pour l'origine sensorielle rendrait ainsi les constatations anatomiques des syndromes torsionnels secondaires à des troubles innervationnels.

CONCLUSION

Le syndrome torsionnel associe chez un patient strabique une torsion significative visible au fond d'œil, un syndrome alphabétique et un tableau d'hyperfonction des muscles obliques. Une extorsion est associée à un syndrome V et un tableau d'hyperfonction des muscles obliques inférieurs. Une intorsion est associée à un syndrome alphabétique en A et un tableau d'hyperfonction des muscles obliques supérieurs. Nous parlerons respectivement de syndromes extorsionnels et intorsionnels.

Ces patients présentent des facteurs épidémiologiques communs. Les antécédents personnels comportent fréquemment une prématurité ou une hypotrophie. Des antécédents neurologiques ou périnataux sont également souvent identifiés, plus fréquemment dans les exotropies et dans une moindre mesure dans les syndromes intorsionnels. Enfin des antécédents familiaux de strabisme sont relevés dans 30 à 40%. Des signes d'installation précoce du trouble (nyctagmus manifeste latent, déviation verticale dissociée, hypermétropie de refixation) sont observés dans 80 à 97% des cas. L'ensemble de ces facteurs plaide pour l'origine précoce du strabisme, dont le syndrome torsionnel pourrait représenter une sous-entité.

Les constatations pré et postopératoires confirment la rotation du globe sur son axe antéropostérieur, par modification de l'action des obliques. L'action chirurgicale sur les 4 muscles obliques permet de corriger les troubles induits par cette torsion anormale : disparition du syndrome alphabétique, diminution du trouble torsionnel au fond d'œil. Peu de complications ont été observées à moyen terme.

Une origine innervationnelle est probable. Selon la théorie sensorielle de Guyton, une correspondance rétinienne anormale déréglerait la balance d'innervation tonique entre les muscles. Sur le long terme cela modifie la position des yeux et les elongations musculaires. En se portant sur les muscles obliques, cela provoque une torsion anormale du globe. JB Weiss a montré que les conséquences en sont un syndrome alphabétique associé à une torsion significative.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) De Angelis D., Makar I, Kraft SP. Anatomic variations of the inferior oblique muscle: a potential cause of failed inferior oblique weakening surgery. *Am J Ophthalmol* 1999 Oct;128(4):485-8.
- (2) Demer JL, Miller JM, Poukens V, Vinters HV, Glasgow BJ. Evidence for fibromuscular pulleys of the recti extraocular muscles. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1995 May;36(6):1125-36.
- (3) Demer JL, Poukens V, Miller JM, Micevych P. Innervation of extraocular pulley smooth muscle in monkeys and humans. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1997 Aug;38(9):1774-85.
- (4) Clark RA, Miller JM, Demer JL. Location and stability of rectus muscle pulleys. Muscle paths as a function of gaze. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1997 Jan;38(1):227-40.
- (5) Oh SY, Poukens V, Demer JL. Quantitative analysis of rectus extraocular muscle layers in monkey and humans. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2001 Jan;42(1):10-6.
- (6) Demer JL, Oh SY, Clark RA, Poukens V. Evidence for a pulley of the inferior oblique muscle. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2003 Sep;44(9):3856-65.
- (7) Pécereau A. Physiologie de l'oculomotricité. In: Elsevier, editor. *Strabologie, approches diagnostique et thérapeutique*. 2 ed. Paris: 2008. p. 13-26.
- (8) Robinson DA. A quantitative analysis of extraocular muscle cooperation and squint. *Invest Ophthalmol* 1975 Nov;14(11):801-25.
- (9) Miller JM, Robinson DA. A model of the mechanics of binocular alignment. *Comput Biomed Res* 1984 Oct;17(5):436-70.
- (10) Boeder P. CO-OPERATIVE ACTION OF EXTRA-OCULAR MUSCLES. *Br J Ophthalmol* 1962 Jul;46(7):397-403.
- (11) Knapp P. Vertically Incomitant Horizontal Strabismus: The So-called "A" and "V" Syndromes. *Trans Am Ophthalmol Soc* 1959;57:666-99.

- (12) URRETS-ZAVALIA A, Jr. Significance of congenital cyclo-vertical motor defects of the eyes. *Br J Ophthalmol* 1955 Jan;39(1):11-20.
- (13) URRETS-ZAVALIA A, Jr. Significance of congenital cyclo-vertical motor defects of the eyes. *Br J Ophthalmol* 1955 Jan;39(1):11-20.
- (14) URIST MJ. Surgical treatment of esotropia with bilateral elevation in adduction. *AMA Arch Ophthalmol* 1952 Feb;47(2):220-47.
- (15) Kushner BJ. Multiple mechanisms of extraocular muscle "overaction". *Arch Ophthalmol* 2006 May;124(5):680-8.
- (16) Brodsky MC, Donahue SP. Primary oblique muscle overaction: the brain throws a wild pitch. *Arch Ophthalmol* 2001 Sep;119(9):1307-14.
- (17) Morax S, Pascal D, Barraco P. [Significance of the "V" syndrome with double "up shoot". Insufficiency of the two superior oblique muscles in craniofacial malformations]. *J Fr Ophtalmol* 1983;6(3):295-310.
- (18) Demer JL. Clarity of words and thoughts about strabismus. *Am J Ophthalmol* 2001 Nov;132(5):757-9.
- (19) Gobin MH. Sagittalization of the oblique muscles as a possible cause for the "A", "V", and "X" phenomena. *Br J Ophthalmol* 1968 Jan;52(1):13-8.
- (20) Denis D, Touvron G, Fogliarini C. Bases anatomiques de la verticalité. In: A&J Péchereau pour FNRO Editions, editor. *La Verticalité*. Nantes: 2004. p. 29-40.
- (21) URRETS-ZAVALIA A, Jr. Reactions to dissociation and primary insufficiencies of the vertically acting muscles. A discussion on the pathogenesis of the A and V syndromes. *Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol* 1961 May;65:324-43.
- (22) Lehman S. Strabismus in craniosynostosis. *Curr Opin Ophthalmol* 2006 Oct;17(5):432-4.
- (23) Tay T, Martin F, Rowe N, Johnson K, Poole M, Tan K, et al. Visual manifestations of craniofrontonasal dysplasia. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 2007 Jul;44(4):251-4.

- (24) Coats DK, Paysse EA, Stager DR. Surgical management of V-pattern strabismus and oblique dysfunction in craniofacial dysostosis. *J AAPOS* 2000 Dec;4(6):338-42.
- (25) Saunders RA, Holgate RC. Rectus muscle position in V-pattern strabismus. A study with coronal computed tomography scanning. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 1988;226(2):183-6.
- (26) Clark RA, Miller JM, Rosenbaum AL, Demer JL. Heterotopic muscle pulleys or oblique muscle dysfunction? *J AAPOS* 1998 Feb;2(1):17-25.
- (27) Narasimhan A, Tychsen L, Poukens V, Demer JL. Horizontal rectus muscle anatomy in naturally and artificially strabismic monkeys. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2007 Jun;48(6):2576-88.
- (28) Weiss JB. [CYCLOTROPIA IN AMBLYOPIC AND STRABISMIC SUBJECTS.]. *Bull Soc Ophtalmol Fr* 1964 Mar;64:251-6.
- (29) Weiss JB. [Macular ectopia and pseudoectopia due to rotation]. *Bull Mem Soc Fr Ophtalmol* 1966;79:329-49.
- (30) Weiss JB. [Extorsion syndrome]. *Bull Soc Ophtalmol Fr* 1966 May;66(5):585-7.
- (31) Kushner BJ. The role of ocular torsion on the etiology of A and V patterns. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 1985 Sep;22(5):171-9.
- (32) Guyton DL. Ocular torsion reveals the mechanisms of cyclovertical strabismus: the Weisenfeld lecture. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2008 Mar;49(3):847-57, 846.
- (33) Miller MM, Guyton DL. Loss of fusion and the development of A or V patterns. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 1994 Jul;31(4):220-4.
- (34) Espinasse-Berrod MA. Chirurgie de l'oblique inférieur. In: Elsevier, editor. *Strabologie, approches diagnostique et thérapeutique*. 2 ed. Paris: 2008. p. 318-21.
- (35) Awadein A, Gawdat G. Bilateral inferior oblique myectomy for asymmetric primary inferior oblique overaction. *J AAPOS* 2008 Dec;12(6):560-4.

- (36) Minguini N, de Carvalho KM, de AL, Crosta C. Anterior transposition compared to graded recession of the inferior oblique muscle for V-pattern strabismus. *Strabismus* 2004 Dec;12(4):221-5.
- (37) Oger-Lavenant F. Chirurgie de l'oblique supérieur. In: Elsevier, editor. *Strabologie, approches diagnostique et thérapeutique*. 2 ed. Paris: 2008. p. 322-8.
- (38) Harada M, Ito Y. surgical correction of cyclotropia. *Jpn J Ophthalmol* 1964;8(2):88-96.
- (39) Ribeiro GD, Brooks SE, Archer SM, Del Monte MA. Vertical shift of the medial rectus muscles in the treatment of A-pattern esotropia: analysis of outcome. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 1995 May;32(3):167-71.
- (40) Biedner B, Rothkoff L. Treatment for 'A' or 'V' pattern esotropia by slanting muscle insertion. *Br J Ophthalmol* 1995 Sep;79(9):807-8.
- (41) van der Meulen-Schot HM, van der Meulen SB, Simonsz HJ. Caudal or cranial partial tenotomy of the horizontal rectus muscles in A and V pattern strabismus. *Br J Ophthalmol* 2008 Feb;92(2):245-51.
- (42) Mumma JV. Surgical procedure for congenital absence of the superior oblique. *Arch Ophthalmol* 1974 Sep;92(3):221-3.
- (43) von Noorden GK, Jenkins RH, Chu MW. Horizontal transposition of the vertical rectus muscles for cyclotropia. *Am J Ophthalmol* 1996 Sep;122(3):325-30.
- (44) von Noorden GK, Chu MW. Surgical treatment options in cyclotropia. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 1990 Nov;27(6):291-3.
- (45) Ela-Dalman N, Velez FG, Felius J, Stager DR, Sr., Rosenbaum AL. Inferior oblique muscle fixation to the orbital wall: a profound weakening procedure. *J AAPOS* 2007 Feb;11(1):17-22.
- (46) Ali AL, Boergen KP, el Naggar AB, Schworm HD. Functional prognosis in A and V patterns: a retrospective analysis of surgery on oblique muscles. *Ger J Ophthalmol* 1996 Sep;5(5):289-93.

- (47) Kushner BJ. Restriction of elevation in abduction after inferior oblique anteriorization. *J AAPOS* 1997 Mar;1(1):55-62.
- (48) Saunders RA, Kruger SJ, Lall-Trail JK, Rust PF. A 10-year overview of double elevator muscle weakening procedures. *Arch Ophthalmol* 2007 May;125(5):634-8.
- (49) Caldeira JA. Graduated recession of the superior oblique muscle. *Br J Ophthalmol* 1975 Oct;59(10):553-9.
- (50) Romano P, Roholt P. Measured graduated recession of the superior oblique muscle. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 1983 Jul;20(4):134-40.
- (51) Goldstein JH. Inferior oblique advancement for "A" pattern esotropia. *Ophthalmic Surg* 1986 Jul;17(7):412-4.
- (52) Guyton DL. Exaggerated traction test for the oblique muscles. *Ophthalmology* 1981 Oct;88(10):1035-40.
- (53) Lefevre F, Leroy K, Delrieu B, Lassale D, Pechereau A. [Study of the optic nerve head-fovea angle with retinophotography in healthy patients]. *J Fr Ophtalmol* 2007 Jun;30(6):598-606.
- (54) Julou J, Espinasse-Berrod MA, Levasseur S, Garnier A, Fournier M, Parent De CH, et al. [Results of surgical treatment of alphabetical syndromes in esotropia. Apropos of 98 cases]. *J Fr Ophtalmol* 1988;11(12):825-9.
- (55) COSTENBADER FD. Infantile esotropia. *Trans Am Ophthalmol Soc* 1961;59:397-429.
- (56) Ing M, COSTENBADER FD, Parks MM, Albert DG. Early surgery for congenital esotropia. *Am J Ophthalmol* 1966 Jun;61(6):1419-27.
- (57) Hiles DA, Watson BA, Biglan AW. Characteristics of infantile esotropia following early bimedial rectus recession. *Arch Ophthalmol* 1980 Apr;98(4):697-703.

- (58) Wilson ME, Parks MM. Primary inferior oblique overaction in congenital esotropia, accommodative esotropia, and intermittent exotropia. *Ophthalmology* 1989 Jul;96(7):950-5.
- (59) Taira Y, Matsuo T, Yamane T, Hasebe S, Ohtsuki H. Clinical features of comitant strabismus related to family history of strabismus or abnormalities in pregnancy and delivery. *Jpn J Ophthalmol* 2003 Mar;47(2):208-13.
- (60) Quere MA, Clergeau G, Fontenaille N. [Refixation hypermetria: objective sign of abnormal retinal correspondence]. *Bull Soc Ophtalmol Fr* 1974 Dec;74(12):1239-41.
- (61) Quere MA, Clergeau G, Fontenaille N. [Hypermetric refixation: objective sign of abnormal retinal correspondence]. *Arch Ophtalmol Rev Gen Ophtalmol* 1975 Mar;35(3):265-8.
- (62) Matsuo T, Yamane T, Ohtsuki H. Heredity versus abnormalities in pregnancy and delivery as risk factors for different types of comitant strabismus. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 2001 Mar;38(2):78-82.
- (63) Denis D, Wary P, Fogliarini C, Bernard C, Benso C. [Risk factors for early congenital esotropia]. *J Fr Ophtalmol* 2006 Jan;29(1):103-9.
- (64) Robaei D, Rose KA, Kifley A, Cosstick M, Ip JM, Mitchell P. Factors associated with childhood strabismus: findings from a population-based study. *Ophthalmology* 2006 Jul;113(7):1146-53.
- (65) Torp-Pedersen T, Boyd HA, Poulsen G, Haargaard B, Wohlfahrt J, Holmes JM, et al. Perinatal risk factors for strabismus. *Int J Epidemiol* 2010 Jun 4.
- (66) Jacobson L, Ygge J, Flodmark O, Ek U. Visual and perceptual characteristics, ocular motility and strabismus in children with periventricular leukomalacia. *Strabismus* 2002 Jun;10(2):179-83.
- (67) Ohtsuki H, Yoshifumi K, Hasebe S, Kono R, Harada Y. Comparative study of brain lesions detected by magnetic resonance imaging between strabismus and nonstrabismus in infancy. *Ophthalmologica* 2000;214(2):105-10.

- (68) Dufier JL, Briard ML, Bonaiti C, Frezal J, Saraux H. Inheritance in the etiology of convergent squint. *Ophthalmologica* 1979;179(4):225-34.
- (69) Kraft SP, Scott WE. Four-muscle surgery for infantile esotropia with V-pattern. *Can J Ophthalmol* 1986 Jun;21(4):125-9.
- (70) Parks MM. Inferior oblique weakening procedures. *Int Ophthalmol Clin* 1985;25(4):107-17.
- (71) Min BM, Park JH, Kim SY, Lee SB. Comparison of inferior oblique muscle weakening by anterior transposition or myectomy: a prospective study of 20 cases. *Br J Ophthalmol* 1999 Feb;83(2):206-8.
- (72) Stager DR, Parks MM. Inferior oblique weakening procedures. Effect on primary position horizontal alignment. *Arch Ophthalmol* 1973 Jul;90(1):15-6.
- (73) Bixenman WW, von Noorden GK. Apparent foveal displacement in normal subjects and in cyclotropia. *Ophthalmology* 1982 Jan;89(1):58-62.
- (74) Rohrschneider K. Determination of the location of the fovea on the fundus. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2004 Sep;45(9):3257-8.
- (75) Olivier P, von Noorden GK. Excyclotropia of the nonparetic eye in unilateral superior oblique muscle paralysis. *Am J Ophthalmol* 1982 Jan;93(1):30-3.
- (76) Eustis HS, Nussdorf JD. Inferior oblique overaction in infantile esotropia: fundus extorsion as a predictive sign. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 1996 Mar;33(2):85-8.
- (77) Sharma P, Thanikachalam S, Kedar S, Bhola R. Evaluation of subjective and objective cyclodeviation following oblique muscle weakening procedures. *Indian J Ophthalmol* 2008 Jan;56(1):39-43.
- (78) Schworm HD, Eithoff S, Schaumberger M, Boergen KP. Investigations on subjective and objective cyclorotatory changes after inferior oblique muscle recession. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1997 Feb;38(2):405-12.

- (79) Kushner BJ. The effect of oblique muscle surgery on the axis of astigmatism. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 1986 Nov;23(6):277-80.
- (80) Das VE, Mustari MJ. Correlation of cross-axis eye movements and motoneuron activity in non-human primates with "A" pattern strabismus. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2007 Feb;48(2):665-74.

NOM : LEBRANCHU PRENOM : PIERRE

Titre de Thèse : EFFET DE LA CHIRURGIE DES MUSCLES OBLIQUES SUR LA TORSION OCULAIRE

Les syndromes extorsionnels associent un strabisme, un syndrome alphabétique et une extorsion significative au fond d'œil. A l'opposé, les syndromes intorsionnels présentent un syndrome alphabétique en A avec une intorsion du fond d'œil. L'étude des facteurs épidémiologiques et cliniques de ces patients plaide pour une origine précoce du trouble.

L'action chirurgicale simultanée sur les quatre muscles obliques est efficace dans ce type de pathologie. Elle permet de diminuer de manière significative la torsion oculaire. Elle diminue également les incomitances verticales. Une action modérée sur la composante horizontale du strabisme a été observée. Peu de complications ont été observées à moyen terme.

Selon l'ensemble des constatations pré et post opératoires, l'origine de cette pathologie pourrait être secondaire à une torsion significative du globe autour de son axe antéropostérieur. Cette torsion serait probablement d'origine innervationnelle. La chirurgie permet de normaliser les rapports anatomiques tout en traitant d'éventuelles dysfonctions des muscles obliques.

Strabisme précoce – cyclotorsion – syndrome alphabétique - muscles obliques supérieurs et inférieurs –chirurgie -