APPROCHES EN SCIENCES DE LA VISION

AUTEUR

Thomas Salmon: Northeastern State University, États-Unis

RÉVISION PAR LES PAIRS

Scott Steinman: Southern California College of Optometry, États-Unis

CE CHAPITRE INCLUT UNE RÉVISION DE:

- Processus visuels
- Approches pour l'étude de la vision
- Champs visuels

PROCESSUS VISUELS

Nos yeux fonctionnent tellement bien la plupart du temps que nous prenons notre vision pour acquise et apprécions peu la complexité des processus impliqués dans la vision. Pourtant, même après des siècles d'études, il y a encore plusieurs aspects de la vision humaine que nous ne maîtrisons pas.

Dans le cadre du cours d'optique, vous avez appris le fonctionnement de l'oeil en tant qu'instrument d'optique. Nous avons aussi débuté cette section par une révision des aberrations optiques ainsi que de la formation de l'image rétinienne. Les docteurs et les patients supposent souvent qu'une bonne optique équivaut à une bonne vision, par contre l'optique seule ne fournit pas de vision. L'optique est seulement la première étape du **processus visuel**. Suite à la formation de l'image rétinienne, les photorécepteurs (les bâtonnets et les cônes) de la rétine transforment l'image rétinienne en signaux électriques qui sont transmis au cerveau pour être traités. Ceci est illustré dans la figure 3-1 ci-dessous, et compare le système visuel humain à un système de montage vidéo numérique.

Alors qu'un capteur d'image vidéo (puce électronique) placé dans une caméra reçoit l'image optique de manière passive et l'envoie sous forme de signal électrique à l'ordinateur pour être traitée, le système visuel humain commence à traiter l'image *dans la rétine, avant même de la transmettre au cerveau*. Ainsi, le signal que le cerveau reçoit n'est pas une représentation exacte 1:1 de l'image optique à foyer sur la rétine. Le reste de ce chapitre portera surtout sur l'étude des processus visuels se produisant entre la rétine et le cerveau; c'est-à-dire la partie du traitement qui débute après la formation de l'image optique sur la rétine.

PROCESSUS VISUELS (SUITE)

(a): *Capture d'une image optique*

(b): *Transfert de données*

(c): *Traitement et visualisation de l'image*

Figure 3-1*: Un système vidéo numérique a des caractéristiques similaires au système visuel humain, mais est moins complexe, moins compact et moins sensible que notre système visuel. (a) Le système vidéo comprend une caméra vidéo numérique (semblable à l'oeil) qui capture une image optique sur une puce électronique (semblable à la rétine), qui convertit à son tour l'image optique en signal électrique. (b) Les données électriques doivent ensuite être transférées via un câble (semblable au nerf optique et aux voies visuelles) (c) à un ordinateur (semblable au cortex) pour permettre leur traitement et la perception visuelle*

APPROCHES POUR L'ÉTUDE DE LA VISION

APPROCHE ANATOMIQUE

Nous pouvons étudier le système visuel et son fonctionnement grâce à la dissection anatomique et histologique de l'oeil, du nerf optique, du cortex visuel et d'autres tissus.

Exemple 1: En mesurant la courbure cornéenne, ainsi que la structure, la transparence et la relation entre la cornée et les autres composantes de l'oeil, nous pouvons mieux comprendre son fonctionnement en tant que lentille primaire du système optique oculaire.

Exemple 2: L'étude du croisement (croisement d'un côté du cerveau à l'autre) des fibres nerveuses de la rétine nasale au chiasma optique nous renseigne sur la ségrégation des informations des champs visuels droit et gauche à des côtés opposés dans le cerveau.

APPROCHE NEUROPHYSIOLOGIQUE

Plusieurs études importantes visant la rétine, le noyau genouillé latéral ou le cortex visuel font l'usage d'électrodes afin d'enregistrer l'activité électrique des neurones lorsqu'un stimulus est présenté dans une certaine partie du champ visuel.

Exemple 1: En enregistrant l'activité électrique des neurones rétiniens, on peut apprendre que les cellules ganglionnaires répondent aux stimuli à l'aide de potentiels d'action, alors que les bâtonnets et les cônes s'hyperpolarisent et répondent par un changement de charge électrique.

Exemple 2: Dr. Schwartz (Ch. 1, p. 2) mentionne une technique nommée «imagerie cérébrale» qui est maintenant utilisée afin d'étudier l'activité neurologique. Un scientifique peut surveiller l'activité métabolique du cerveau alors que le sujet effectue une tâche spécifique. Par exemple, les tomographies par émission de positrons transversales (*positron emission transverse tomograms (PET)*) peuvent permettre la surveillance du flot~~ux~~ sanguin cérébral et ainsi permettre la détection d'une augmentation de l'activité cérébrale alors que le sujet observe une cible en mouvement. Cette technique a permis aux chercheurs d'identifier le centre de traitement des mouvements dans le cerveau.

APPROCHES POUR L'ÉTUDE DE LA VISION (SUITE)

APPROCHE PSYCHOPHYSIQUE

Cette approche étudie la relation entre un certain stimulus physique et la perception de ce stimulus. Les expériences psychophysiques ont été utilisées afin de déterminer les seuils (la plus petite amplitude d'un stimulus qui peut être perçue) de certains aspects de la perception visuelle, tels que la lumière la plus sombre, le contraste le plus bas, la plus petite lettre ou le plus petit déplacement qui peuvent être perçus. Il y a de nombreux avantages aux méthodes psychophysiques par rapport aux méthodes anatomiques ou neurophysiologiques lors de l'étude de la vision.

- Les techniques psychophysiques sont non-invasives; il n'est donc pas nécessaire de pénétrer ou d'endommager les tissus biologiques.
- Elles permettent l'étude du système visuel en tant qu'entité, sans exiger une compréhension complète des détails internes du fonctionnement de celui-ci. En fait, le système visuel est ainsi considéré comme une «boîte noire». (Fig. 3-2)

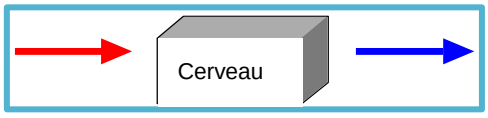

***Figure 3-2**: Les méthodes psychophysiques considèrent le système visuel comme une boîte noire et enregistrent la réponse à un stimulus physique du système visuel en entier. Il n'est donc pas nécessaire de comprendre le fonctionnement de tout ce qui se trouve dans la boîte, mais on comprend sa fonction. (Modifié à partir de la Fig. 1-1 de Schwartz)*

APPROCHES POUR L'ÉTUDE DE LA VISION

La majorité de nos connaissances du système visuel humain dépend des recherches psychophysiques. Les recherches psychophysiques et neurophysiologiques sont complémentaires; les résultats d'un type de recherche peuvent générer de nouvelles idées pour la recherche dans les autres domaines. De plus, de nombreux tests cliniques font usage de techniques psychophysiques afin d'évaluer la performance visuelle et la santé oculaire. Par exemple, les optométristes sont très intéressés par le diagnostic précoce du glaucome, puisque cette maladie est une cause importante de cécité, et qu'un traitement en temps opportun peut préserver la vision. Nous pouvons dépister les changements précoces du glaucome à l'aide d'une approche anatomique, par exemple, à l'aide de l'appareil GDx (Fig. 3-3 gauche, centre), et/ou à l'aide d'une méthode psychophysique, tel qu'un test de champ visuel (Fig. 3-3 droite).

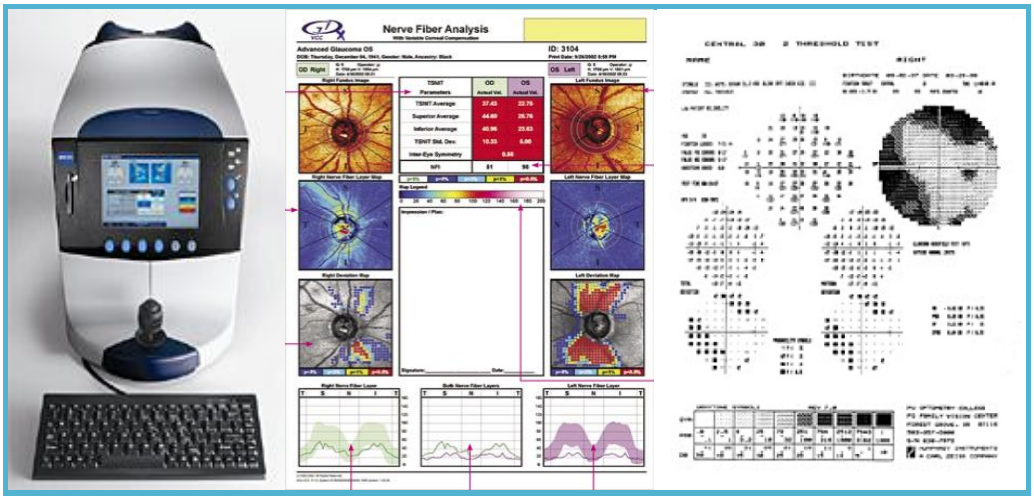

***Figure 3-3:** Le GDx (gauche) fournit des images numériques~~digitales~~ ainsi qu'une analyse informatisée de la tête du nerf optique (milieu), alors que l'imprimé du test de champ visuel montre les points où la sensibilité visuelle du patient est diminuée (droite)*

Q. Quels autres tests cliniques utilisent la méthode psychophysique afin d'évaluer le système visuel? Quels tests n'utilisent pas cette méthode?

CHAMPS VISUELS

Une examination détaillée du champ visuel est très importante dans la gestion du glaucome et d'autres maladies affectant le système visuel. Afin d'obtenir des données fiables, répétables et utiles d'un point de vue clinique, les tests de champs visuels doivent être bien conçus. Lors de la conception de l'analyseur de champ visuel Humphrey, les scientifiques et les ingénieurs devaient considérer plusieurs facteurs, tels que:

- Quelle fonction visuelle devrait être testée afin de déterminer si une personne a une perte visuelle ou non?
- L'acuité visuelle, la perception des couleurs, la détection des bas contrastes, la détection d'une source lumineuse? Ils ont choisi d'utiliser la méthode de détection d'un point lumineux.
- Quelle devrait être la taille du point lumineux? Devrait-il être de la même taille dans toutes les parties du champ visuel?
- Quelle devrait être la forme du point lumineux?
- Quelle devrait être sa couleur?
- Quelle devrait être sa luminosité?
- La luminosité de la cible devrait-elle changer de manière décroissante ou croissante?
- Quelle devrait être la couleur du fond?
- Quelle devrait être l'intensité du fond? Cela affecte le niveau d'adaptation à la lumière.
- Comment la visibilité devrait-elle varier lors du test du seuil? Devrait-on changer la taille de la cible ou sa luminosité?
- Quelle distance d'examination devrait être utilisée?
- Devrait-on utiliser un stimulus statique ou dynamique?
- Quelle devrait être la durée d'exposition du patient au stimulus?
- Dans quel ordre le stimulus devrait-il être présenté?
- À quel emplacement rétinien devrait-il être présenté?
- Combien de fois devrait-on présenter le stimulus?
- Comment analyse-t-on les réponses variables?
- Le patient devrait-il être dilaté ou non-dilaté? La grandeur des pupilles fait-elle~~il~~ une différence?
- Le patient devrait-il porter ses lunettes correctrices?
- Quelle procédure psychophysique devrait être utilisée pour mesurer les seuils?

Il y a plusieurs détails qu'un ~~scientifique~~ chercheur ou ~~un~~ docteur doit considérer lors de la mesure de seuils visuels. Afin de savoir comment concevoir un test visuel utile, il faut détenir une bonne connaissance du système visuel et de la perception visuelle. Ceci est un des objectifs de ce cours.

Le tableau 3-~~.~~1 ci-dessous résume l'étendue moyenne du champ visuel dans les quatre directions cardinales, c'est-à-dire en supérieur, nasal, inférieur et en temporal (SNIT), tel que démontré par les travaux menés en laboratoire par le professeur Thomas Salmon. Les valeurs des manuels de référence sont aussi indiquées ci-dessous pour des fins de comparaison.

Tableau 3-1: *Étendue maximale du champ visuel en degrés*

	SUPÉRIEUR	NASAL	INFÉRIEUR	TEMPORAL
MOYENNE ACTUELLE	43 ±7	57 ±3	67 ±4	86 ±4
MOYENNE DE L'AN DERNIER	46 ±12	54 ±3	66 ±4	86 ±5
VALEURS TIRÉES DE MANUELS DE RÉFÉRENCE	60	60	75	100
VALEURS SIMPLIFIÉES	50	60	70	90

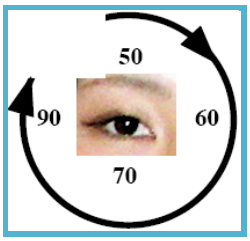

Figure 3-4: *L'étendue du champ visuel monoculaire normal*

LECTURES RECOMMANDÉES/OUVRAGES DE RÉFÉRENCE

- Schwartz SH. **Visual Perception - A Clinical Orientation, 3rd Edition**. Appleton & Lange, Stamford, Connecticut, 2004