كلية العلوم

القسم : علم الحياة

السنة : الرابعة

المادة : فزيولوجيا الحواس

المحاضرة : الخامسة/نظري/د.زهير

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية

7

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر (What's app-Telegram) على الرقم 0931497960

الاستقبال البصري
Visual Reception

*تشكّل المستقبلات البصرية طبقة داخلية حساسة للضوء، وهي تبطن جوف العين وتعرف بالشبكية Retina، وتتنبّه بمنبهات كهرطيسية في طيف تتراوح أطوال الموجة فيه بين 400-700 نانومتر، وهي تتراوح بين الأشعة فوق البنفسجية والاشعة تحت الحمراء .

يمكن للعين مع المراكز العصبية إدراك الصورة، الألوان، كما يمكنها إدراك معاني الألوان والأشكال وحركاتها وبريقها.

يعتبر الاستقبال البصري من أهم أنواع الاستقبال في الجسم، إذ أن ثلث الألياف الحسية في الجسم هي ألياف العصب البصري وحوالي 70% من الإحساسات التي تصل إلى الدماغ هي إحساسات بصرية ويبلغ عدد ألياف العصب البصري حوالي مليون ليفاً.

التشريح الوظيفي للعين:

تتألف العين من كرة صغيرة تستطيع الحركة في جميع الاتجاهات بفضل 6 عضلات: 4 مستقيمة واثنتين منحرفتين، وهي تتلقّى تعصيبها من الأعصاب القحفية (الثالث والرابع والسادس).
وإذا أصيب العصب الثالث بأي أذى فأن الإنسان يُصاب بالحَوَل.

تتكون العين من الخارج الى الداخل من ثلاث طبقات هي:

1-الصّلبة Sclear: وهي تعرف ببياض العين.
وهي عبارة عن طبقة ليفية مُعتمة ، فقيرة بالأوعية الدموية، ترتكز عليها

عضلات العين.

تتحدب في الأمام لتصبح شفّافة للضوء مشكلة القرنيّة cornea و تتميز القرنية بانعدام الأوعية الدموية فيها، وهي تتكون من: ظهارية خارجية- غشاء بومان Bowmans- السّدى stroma[نسيج ضام]-غشاء ديسمبيت له قوة عاكسة شديدة للضوء- ظهارة داخلية -وتتم تغذية القرنية عن طريق الخلط المائي Aqueous humor.

تعود شفافية القرنية إلى:

1-تجانس بنيتها ،إذ تتألف في أكثريتها من ألياف كولاجينيّة (95%) وهي متوازية ومن مركب غلوكوز امينوغليكان [GAG] الذي يلعب دور أساسي في شفافيتها.

2-انعدام الاوعية الدموية فيها.

3-المحتوى الثابت للماء فيها، حيث أن زيادة إماهة القرنية تؤدي إلى خفض شفافيتها.

2-المشيمية Choroid:

وهي طبقة من النسيج الضّام، غنية بالأوعية الدموية وصباغ الميلانين وهي تُبطّن الطبقة الصلبة في الخلف والجانبين، وتشكل في الأمام بنية قرصية الشكل مثقوبة في مركزها تعرف بالقزحية Iris،وبنية إضافية تقع خلف القزحية بجوار محيطها تعرف باسم الجسم الهدبيCiliary body. تأخذ القزحية ألواناً مختلفة حسب درجة صباغ الميلانين، وتحوي في مركزها فتحة تدعى الحدقة (البؤبؤ) pupil. وهي تنظم مقدار الضوء الداخل إلى العين، ويتم ذلك عن طريق العضلات المتواجدة في جدار القزحية على شكل حلقة وتتعصب بألياف نظيرة الوديّة حيث تتضيّق أو تتسع الحدقة تحت تأثير الألياف الوديّة وهي ألياف

شعاعيّة تتقلص فتتوسع الحدقة.
تتضيّق الحدقة أيضاً أثناء المطابقة، فإذا سلطنا الضوء على إحدى العينين من منبع ضوئي، فإن العين الأخرى تتضيّق كما في العين التي سُلِطَ الضّوء عليها، ويعود ذلك إلى خاصية المنعكس التبادلي.

تأخذ القزحية لوناً بنياً مائلاً إلى الأسود عندما يكون محتواها عالياً من الميلانين، ولوناَ أزرق عندما تكون كمية الميلانين منخفضة جداً ولوناً أخضراً عندما تكون كمية الميلانين معتدلة.

- الجسم الهدبيciliary body: وهو الجزء المتوسط للغلالة الوعائية ويقع بين القزحية والمشيمية. ويتكون من نموذجين من الألياف العضلية الملساء الطويلة والدّائرية، وتحيط به طبقة غنية بالزوائد الهدبية التي تحوي داخلها تفرعات الشّريان الهدبي حيث يفرز الجسم الهدبي الخلط المائي Aqueous humor . يمر الخلط المائي إلى الحجرة الأمامية عبر الحدقة ويصرف عبر قناة تسمى قناة شليم Schlemm's canal، التي تقع في الزّاوية بين القرنية والقزحية. إعاقة التصريف في قناة شليم او انسدادها يسبب زيادة الضغط داخل العين وبالتالي الأذى للألياف العصبية للشبكية، أي الأصابة بمرض خطير هو مرض الزَرَق Glaucoma.
يقوم الجسم الهدبي بتثبيت عدسة العين بواسطة الرّباط المعلق أو ما يسمى بالنطاق، ويتحكم الجسم الهدبي بمقدار الشّد المطبق على العدسة من خلال تقلص الالياف الطولية والعرضية، وعلى هذا النحو يتحكم الجسم الهدبي بمقدار ما يحويه الوجه الامامي للعدسة من الخلط المائي، وعلى هذا الاساس تتم المطابقة في العين، فمثلا تتنبه الألياف العضلية للجسم الهدبي إذا تم تحت تأثير الألياف العصبية الوديّة يؤدي ارتخائها وشدّها للرباط المعلق وزيادة تفلطح العدسة مما يهييء للرؤية البعيدة.

**التّنبيه بالأعصاب نظيرة الوديّة يؤدي الى انقباض العضلة الهدبية وارتخاء الرّباط المعلق وتقليل الشّد على العدسة مما يسمح لها بالتّكور والتّكيف لرؤية الاجسام القريبة.

3-الشّبكية Retina:

وهي طبقة المستقبلات الضوئية وتتكون من نمطين من الخلايا الحسيّة هما العصي Rodsو المخاريط Cones ،بالإضافة إلى 4 طبقات من العصبونات أو الخلايا العصبية وهي الخلايا ثنائية القطب- الخلايا العقدية- الخلايا الافقية- الخلايا الأماكرينية (وهي لا تملك استطالات محورية).

تقع الخلايا العصويّة والمخروطيّة خلف المشيمية وتشكل مشابك مع الخلايا ثنائيّة القطب، وهذه بدورها تشكل مشابك مع الخلايا العقدية التي تتقارب محاويرها الاسطوانية وتغادر العين مشكلة العصب البصري، أما الخلايا الأفقية فتؤمن التماس مع وبين الخلايا المستقبلة في طبقة الضفيرة الخارجية Outer plexiform. تكثر المخاريط في المنطقة المركزية للشبكية وتقل كلما اتجهنا نحو الخلف والجانبين حيث تكثرالعصي، أما في منطقة الشبكية المركزية المقابلة لفتحة العين فتوجد اللطخة الصفراء Macula lutea لوجود صبغة الكزانثوفيل الذي يحمي المخاريط من الضّوء المبهر القوي.
توجد في مركز البقعة الصفراء النُقرة المركزية Fovia centralis، وهي أرّق مكان في الشبكية وتحتوي على المخاريط فقط، حيث يتقابل كل مخروط مع ليف عصبي واحد من ألياف العصب البصري{1:1} وبالتساوي تكون الرؤية هنا أدق وأوضح، وحدّة البصر أو المَيزResalution بأقصى شدّتها وهي مسؤولة عن القدرة البصرية العظمى، بينما يتواجد في الجهة الأنسيّة من البقعة الصفراء أي في مكان خروج العصب البصري من العين ما يعرف بالبقعة العمياء Blind spot، وتكون خالية من العصي والمخاريط وهي غير حساسة للضوء [أي

لاتُبصر] ولذلك سُميت بالبقعة العمياء ومن هذه البقعة تنتشر الاوعية الدموية في سائر الشبكية.
وايضاً الخلايا الداعمة كالخلايا النجّميّة Astrocytes والخلايا الدّبقيّة الصّغيرة Microglial cells وخلايا موللر Muller cells وهي خلايا كبيرة متفرعة وتمتد من الغشاء المحدد الدّاخلي إلى الغشاء المحدد الخارجي للشبكيّة وتقوم بالدّعم والتّغذية.

*يمكن ترتيب طبقات الشبكية في التسلسل التالي:
1-الطبقة الصباغية.
2-المستقبلات الضّوئية (العصي والمخاريط).
3-الغشاء المحدد الخارجي.
4-الطبقة النوويّة الخارجية (أجسام خلايا العصي والمخاريط).
5-الطبقة الضّفيرية الخارجية (المشابك).
6-الطبقة النووية الداخلية (اجسام الخلايا الثنائية الأقطاب الأفقية والأماكرينية).
7-الطبقة الضفيرية الداخلية(المشابك).
8-طبقة الخلايا العقدية.
9-ألياف العصب البصري.
10-الغشاء المحدّد الداخلي.
ويجدر التنويه الى أن العصي تحتوي الأرجوان البصري Rhodopsin وهي توجد على كامل الشبكيّة، لكنها تنعدم في البقعة الصفراء، وهي التي تسمح لنا بالرؤية في الضوء الخافت كضوء القمر، حيث نرى فقط الأبيض والأسود وظلال اللون الرمادي بينهما، وهي مسؤولة عن الرؤية المحيطية.
المخاريط هي خلايا قارورية الشكل وهي أثخن وأقصر من العصي والمخاريط وتحوي على الفوتوبسين photopsin .

يوجد أربع أنواع من المخاريط:
1- مخاريط زرقاء حساسة للضوء الأزرق.
2- مخاريط خضراء حساسة للضوء الأخضر.
3- مخاريط حمراء حساسة للضوء الأحمر.
تتوضع المخاريط في البقعة الصفراء ثم تقل بالتدريج حتى تختفي من المحيط.

البنية التركيبية للعصي والمخاريط:

يختلف المخروط عن العصا بشكل الجزء الخارجي منه، حيث تكون العصا عصوية الشكل والمخروط مخروطي الشكل.
تتكون كل من العصي والمخاريط من اربعة اجزاء هي:
قطعة خارجية – قطعة داخلية – النواة – الجسم المشبكي.
القطعة الخارجية: تحوي صفائح منضّدة وأغشيتها تحتوي أصبغة الضوء(الرودوبسين للعصي، والأصبغة اللونية للمخاريط).
*من الاختناق أو التضييق بين القطعة الخارجية والداخلية يمرّ الغشاء المحدد الخارجي.

مسار الضوء:

يمر الضوء عبر النظام العدسي للعين ومن ثم عبر الخلط الزجاجي فيدخل إلى الشبكية، أي أنه يمر أولاً خلال الخلايا العقدية و الطبقتين الضفيريّتين والطبقة النوويّة والغشائين المحدّدين الخارجي والدّاخلي قبل ان يصل إلى طبقة العصيّات والمخاريط الواقعة بعد كل هذه المسافة على الجانب الخارجي للشبكيّة، إذ أنَّ حدة الإبصار تقل بعد مرور الضوء في هذا النسيج غير المتجانس، ولكن في المنطقة النّقرية المركزية للشبكة تنسحب الطبقات الداخلية جانبا لمنع الخسارة في حدة الأبصار.

*يتواجد في القطع الخارجية لكل من المخاريط والعصي أعداد كبيرة من الأقراص ويتكون كل قرص من رفّ منطوٍ للغشاء الخلوي وهناك ما يصل إلى 1000 قرص في كل مخروط او عصيّة.
وإن الرودوبسين والأصبغة اللونية عبارة عن بروتينات مقترنة تنغرس في أغشية الأقراص بشكل بروتينات عبر غشائية.
**تبلغ تراكيز الأصبغة الحساسة للضوء في الأقراص درجة كبيرة، فتكون حوالي 40% من كتلة القطعة الخارجية، بينما تحوي القطعة الداخلية السيتوبلازما والميتوكوندريا التي توفر الطاقة لعمل مستقبلات الضوء. بينما الجسم الشبكي فهو الجزء من المخروط والعصا الذي يرتبط مع الخلايا العصبونية التالية وهي الخلايا الأفقية والخلايا ذات القطبين.

الطبقة الصباغية للشبكية:

يمنع الصباغ الأسود (الميلانين) في الطبقة الصباغية انعكاس الضوء وهذا مهم جداً للرؤية الواضحة، ويقوم هذا الصباغ في العين بنفس الوظيفة التي يقوم بها التلوين الاسود داخل الكاميرا.
ومن دون هذا الصباغ تنعكس أشعة الضوء بكل الاتجاهات داخل مقلة العين ويّولد ذلك انتشار الإضاءة في الشبكية بدلا من التباين بين البقع المضيئة والمعتمة الضروري لتكوين صورة محددة ودقيقة .
وتظهر أهمية الميلانين في طبقة الصباغ والمشيمية عند انعدامه عند المصابين بالمهقAlbino الذين يعانون نقصا وراثياً في مادة الميلانين في كل اقسام جسمهم. فعندما يدخل الأمهق إلى منطقة مضيئة ساطعة ينعكس الضوء الذي يقع على شبكيته في كل الاتجاهات بواسطة السطوح البيضاء اللاصباغية للشبكية والصلبة بحيث تنعكس بقعة الضوء الصغيرة التي تفعّل في الحالة العادية بضع

عصي ومخاريط في كل مكان وتفعّل العديد من المستقبلات وبهذا لن تكون حدة الإبصار عند المهق حتى مع أحسن تصحيح بصري أكبر من 20/ 100.

التغذية الدّموية للشبكية: تأتي التوعية الدموية للشبكية من الشّريان الشّبكي المركزي الذي يدخل مقلة العين من العصب البصري والذي ينقسم ليغذي كل السطح الداخلي للشّبكية، وبهذا تستمد الشبكية تغذيتها الدّموية بصورة مستقلة لدرجة كبيرة عن بقية تراكيب العين.

انفصال الشّبكية:

تنفصل الشّبكية عن الظّهارة الصّباغية وينتج عن هذا الانفصال تجمع السائل أو الدم بين الشّبكية و الظهارة الصباغية، وقد يحدث ذلك نتيجة انكماش ليفات كولاجينية دقيقة في الخلط الزجاجي مما يسحب الشبكية بصورة غير منتظمة إلى داخل كرة العين، ويمكن إعادتها إلى مكانها جراحياً.

تشكل أخيلة العين:

يمكننا تشبيه العين بآلة تصوير، وكل منها يملك جملة كاسرة للضوء وجزء حساس للضوء. تتكون الجملة الكاسرة للضوء بالعين من الأجزاء التالية:

1- الخلط الزجاجي 2- الخلط المائي 3- العدسة 4- القرنية.
ينتقل الضوء في الهواء على شكل موجات ويشير معامل الانكسار الى العلاقة بين سرعة الضوء في الهواء مقارنة بسرعته عندما ينتقل عبر جسم ما. يبلغ معامل انكسار الضوء في الهواء1 وهي القيمة الموجودة في الفراغ بينما يصبح أبطأ سرعة ويتغير مساره قليلا اثناء عبوره العين، ويؤثر كل مرض على الخصائص الانكسارية للعين ويغير الرؤية بشكل كبير.

*إن أكبر انكسار للضوء يحدث بين الهواء والسطح الأمامي للقرنية، وثاني انكسار يحدث في الوجه الأمامي للعدسة، أما بقية الأوساط الكاسرة فهي أقل أهمية.
تتكون العدسة من مجموعة ليفية ذات توضع طولاني متوازي، وتكون متراصة في مركز العدسة ومتخلخلة في محيطها.
العدسة محدبة الوجهين، إنما سطحها الأمامي أقل تحدباً من الوجه الخلفي. تكون العدسة مثبتة بواسطة الرباط المعلق وتكون وظيفتها الأساسية المطابقة.

المطابقة Accommodation: هي وضع خيال الأجسام التي تبعد عن العين أكثر من 6 أمتار على الشّبكية.
**وهي مقدرة العين على رؤية الأشياء الموجودة على مسافات مختلفة عن طريق تغيير أنحناء أو تقوّس عدسة العين (أي قوة انكسارها).
*عند اقتراب جسم متحرك نحو العين سيقع خيال هذا الجسم خلف الشبكية في حال عدم المطابقة، وأمام الشبكية في حال المطابقة، فمع أقتراب الأجسام نحو العين يزداد تحدّب الوجه الأمامي للعدسة وتزداد قوة كسرها للأشعة الضوئية فتقع الأجسام على الشّبكية.

آلية المطابقة: تتكون العدسة عند الشخص اليافع من محفظة قوية مرنة مملوءة بألياف لزجة بروتينية شفّافة.
تأخذ العدسة شكلا كروياً في حال نزع الشّد المطبق عليها بسبب مرونة محفظتها.
يرتكز حوالي 70 رباط معلق بشكل شعاعي حول العدسة وتسحب حوافها نحو الدائرة الخارجية لكرة العين، ويتم شدّ هذه الأربطة باستمرار بواسطة مرتكزاتها على الجسم الهدبي ويسبب الشّد بقاء العدسة مسطحة نسبياً. يوجد عند ارتباط أربطة العدسة لكرة العين عضلة الجسم الهدبي، وعندما تتقلص العضلة بفضل أليافها الشّعاعية والدائرية يقلّ التوتر على العدسة وبهذا الشّكل تأخذ العدسة شكلاً أكثر كروية بسبب مرونة محفظتها الطبيعية.

وهكذا عندما يتحرك جسم بعيد نحو العين، تتقلّص العضلة الهدبية بتأثير الأعصاب نظيرة الوديّة مما يؤدي إلى ارتخاء أربطة العدسة، فتزداد سماكتها ويزداد كسرها للضوء فتتمكن العين من تبئير (وضع الجسم على بؤرة العدسة) الأجسام أقرب مما كانت عندما كان لها قوة انكسارية أقل، أي يقع خيال الأجسام المنظورة على الشبكية بدلاً من وقوعه خلف الشبكية في حال عدم المطابقة.

*تعتمد المطابقة على الخواص المرنة الذاتية للعدسة التي تميل إلى التكوّر كلما خفَّ الشّد المطبق عليها من الجسم الهدبي، أي عند انقباضه تحت تأثير الأعصاب نظيرة الوديّة.

مدّ البصر الشّيخي:

مع التّقدم بالعمر تفقد العدسة مرونتها فتقل قدرتها على التّحدب، وتقل المقدرة على المطابقة، فيقع خيال الأجسام خلف الشّبكية، ويصحح الأمر باستخدام عدسات مقربة محدبة الوجهين

تنعدم المطابقة في كثير من الأحيان في سن ال70، وتعرف هذه الحالة بقصور البصر الشّيخوخي (presbyopia).

تستمر المطابقة حتى مسافة 5cmعند الأطفال، وهذا ما يُعرف بالنقطة القريبة (وهي اقرب نقطة إلى العين تتم فيها المطابقة) وتبتعد النقطة القريبة عند التّقدم بالعمر حتى تصبح 40cmعند المسنين، لذا يبعد المسنّ النّص عن عينيه، لذا يستخدم نظارات مدّ البصر الشّيخي النّاتج عن نقص مرونة العدسة.

يمكن التّعبير عن قدرة العين على المطابقة باستخدام مفهوم الكّسيرة.

فالكسيرة هي ناتج قسمة العدد 100على أقرب مسافة للمطابقة فهي:

20كسيرة عند الأطفال و2كسيرة عند المسّنين.

**تحتوي الشّبكية 3مليون مخروط و100مليون قضيب أوعصا و1,5مليون خلية عقدية ،أي أنّ لكل خلية عقدية 60قضيبا ومخروطين.

المخاريط تنقل المعلومات اللونية أما القضبان فهي حساسة للإضاءة المنخفضة(ضوء القمر).

*في الشّبكية المركزية لا توجد إلّا المخاريط والخلايا العقدية، وهذا مايُفسّر الحدّة البصرية الأعلى في الشّبكية المركزية، بينما في الشّبكية المحيطية فتتواجد العصي بشكل أكبر، ولهذا تقل الحدّة البصرية فيها.

*عند الحيوانات الليلية النشاط كالقنفذ توجد العصيّ فقط، وهذه الحيوانات لا ترى في النّهار، بينما عند الدّجاج والحمام والكثير من الطيور الجارحة تتواجد في شبكيتها المخاريط فقط ولهذا هي حادة البصر، وهذا ما يساعدها على التمييز الدّقيق لفرائسها.

الاختلالات البصرية في المطابقة العينية:

ترتبط هذه الاختلالات بانكسار أشعة الضوء في العين وتأخذ هذه الاختلالات الأنماط التالية:

1- قصر البصر أو الحسر Myopia :

وينجم عن القوة الكاسرة الكبيرة للعين، إذ تكون كرة العين طويلة أكثر من الطبيعي وفي هذه الحالة تجتمع الأشعة في المحرق أمام الشّبكية، ويتم التصحيح بعدسة مقعرة.

2- مد البصر أو الطّمس Hyperopia:

القوة الكاسرة للعين تكون ضعيفة وكرة العين قصيرة، ولهذا تنكسر الأشعة في المحرق خلف الشّبكية، ويتم بعدسة محدّبة الوجهين.

3- اللابؤرية أو حرج البصر Astigmatisma :

وهو نقص البصر عندما تكون خطوط التّنصيف الطويلة للقرنية مختلفة الانحناء، أو أن الأشعة الصادرة عن جسم معين لا تتركز في بؤرة محددة ولذلك لا تظهر الصورة واضحة على الشبكية، وتصحح بعدسة اسطوانية.

تلعب العدسة العينية دوراً مهماً في المطابقة لأنها بنية محدبة ومعلقة بالرباط المعلّق الذي يثبتها بتأثير الجسم الهدبي. فإذا كان الجسم الهدبي مسترخياً يؤدي الى توتير الأربطة العدسية وتسطّح العدسة، أما إذا كان الجسم الهدبي متقلصاً يؤدي الى ارتخاء الأربطة وتكوير العدسة.

يتحكم بالعين أربعة أعصاب:

1- العصب البصري(2) وهو عصب حسي مسؤول عن حاسة الرؤية.
2- العصب المحرك للعين(3) له فرعان علوي وسفلي وهو يحرك جميع عضلات العين باستثناء العضلة المنحرفة العلوية والعضلة المستقيمة الوحشية.
3- العصب البكري(4): يعصّب العضلة المنحرفة العلوية.
4- العصب المبعد(6):يعصّب العضلة المستقيمة الوحشية.

مكتبة A to Z