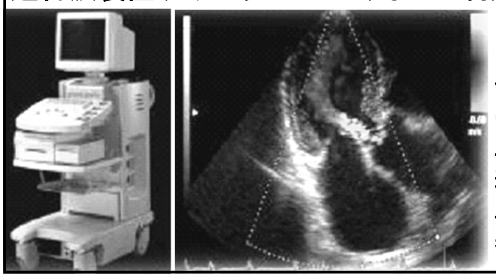
生体計測学概論履修届の未提出者がいます。
未提出者は、単位を修得できないので
大至急、教務掛へ直接、申請を届け出て下さい。

1

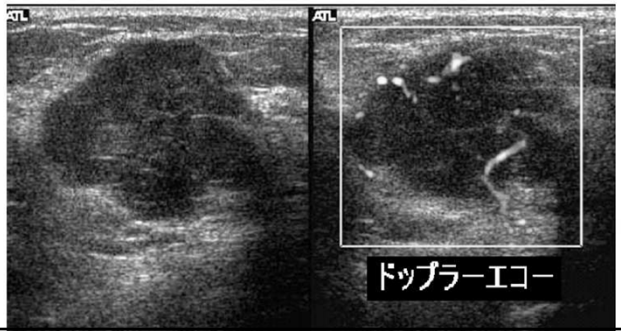
ドップラー効果　Doppler's effect
音波または電磁波（光など）を発する部位が動くと
観測される音や光の周波数が変化する現象。
1842年 ドップラーが発見。
超音波装置（ドップラーエコー）などに利用される。



センサ（探触子）に近づく方向の血流が赤色、遠ざかる方向の血流が青色で表示される。

2

充実腺管癌 Solid-tubular carcinoma
（髄様癌　medullary tubular carcinoma）
充実性の癌巣が周辺組織に対して圧排性、膨張性発育を示す。
癌巣は髄様ないし腺腔の不明瞭な小腺管の充実性増殖よりなる。
腫瘤のほぼ全周において周辺組織に対して比較的明瞭な境界を示す。

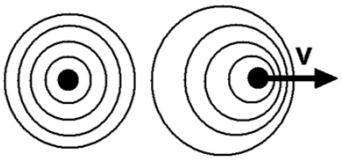


3

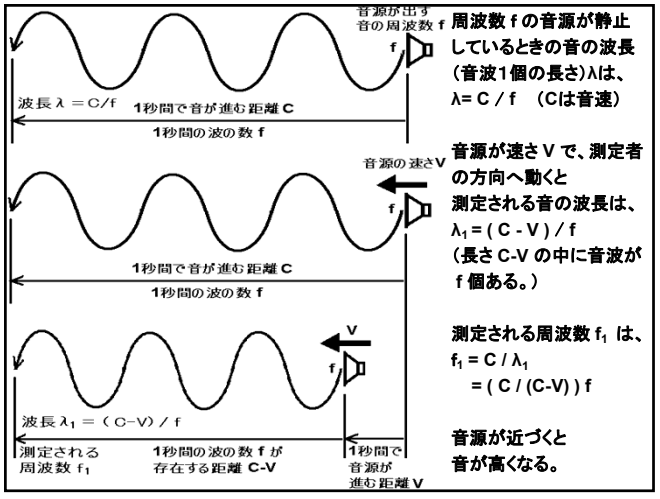
音を出す物が動くと、進行方向では音の周波数が高くなる。
音を出す物に近付きながら音を聞くと周波数が高くなる。

音の周波数を f Hz（1秒に f 回振動）、音の速度を C (m/s)、
音波の波長を λ（m）、物体の速度を V (m/s) とする。
音の速度 C (m/s) = 音波が1秒間に進む距離、長さ
= 1秒間の波の数 f (cycle/s) x 波1個の長さ λ (m/cycle)
= 周波数 f x 波長 λ

波の基本式
C = f λ



4



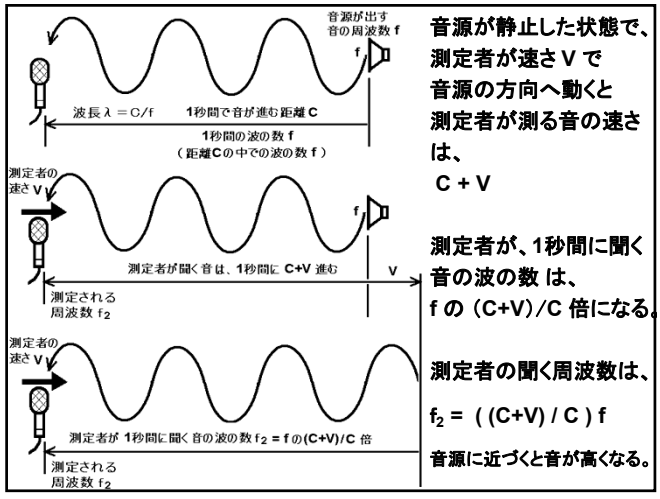
周波数 f の音源が静止しているときの音の波長（音波1個の長さ）λは、
λ= C / f　（Cは音速）

音源が速さ V で、測定者の方向へ動くと
測定される音の波長は、
$\lambda_1 = (C - V) / f$
（長さ C-V の中に音波が f 個ある。）

測定される周波数 f_1 は、
$f_1 = C / \lambda_1$
$= (C / (C-V)) f$

音源が近づくと
音が高くなる。

5

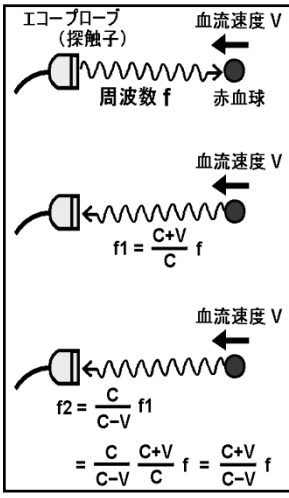


音源が静止した状態で、
測定者が速さ V で
音源の方向へ動くと
測定者が測る音の速さは、
C + V

測定者が、1秒間に聞く
音の波の数 は、
f の（C+V）/C 倍になる。

測定者の聞く周波数は、
$f_2 = ((C+V) / C) f$
音源に近づくと音が高くなる。

6



エコープローブから周波数 f の超音波が出て、プローブに向かって速度 V で動く血球にはね返されたとき、

血球が返す反射波の周波数 f1 は

((C+V) / C) f

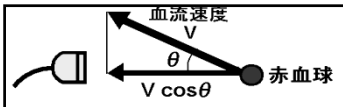
（測定者が速度 V で動いている。）

プローブが測定する反射波の周波数 f2 は、 (C / (C-V)) f1

（音源が速度 V で動いている。）

f2 = ((C+V) / (C-V)) f

7



$$f2 = \frac{C+V\cos\theta}{C-V\cos\theta} f$$

$$f2 - f = \frac{C+V\cos\theta-(C-V\cos\theta)}{C-V\cos\theta} f$$

$$= \frac{2V\cos\theta}{C-V\cos\theta} f$$

$$\fallingdotseq \boxed{\frac{2V\cos\theta}{C} f}$$

V ： 血流速度　1ｍ/s 以下

C ： 体内の音波速度 約1530 m/s

Cの値は体温、個人差で変動する。

よって C-Vcosθは、Cとしても計算結果は ほとんど同じ。

プローブの垂線方向と血管走行との角度がθのとき、

プローブが出した超音波周波数（３ MHz ～ 10 MHz ）と反射波周波数との差を測ると、血流速度 V が測定できる。

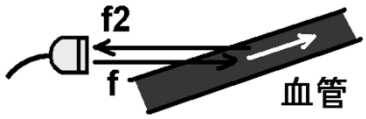
（ θは画像から求める。）

カラードップラーエコーで表示される血流速度はθが０と仮定した場合の値なので、

正確に血流を表示したい場合はプローブの垂線方向をできるだけ血管走行に近づける。

（できるだけθを０にする。）

8

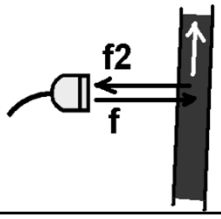


$$f2 - f = \frac{2V\cos\theta}{C} f$$

$$V = \frac{(f2-f)C}{2f\cos\theta}$$

血管と超音波との角度θ が０に近いほど
血流速度 V は正確に算出できる。
(θ = 0° ならば　cosθ = 1)

角度θ が 直角に近いほど
血流速度の測定値は不正確。
(θ = 90° ならば cosθ = 0)



9

2003年　国家試験　　解答　4

超音波の周波数を上げた結果として正しいのはどれか。

a　透過性は高くなる。
b　指向性はよくなる。
c　分解能は高くなる。
d　減衰は強くなる。
e　伝播速度は遅くなる。

1. a, b, c　　2. a, b, e
3. a, d, e　　4. b, c, d
5. c, d, e

10

音波、超音波の特性

低周波プローブ　5MHz以下

高周波プローブ　5MHz以上

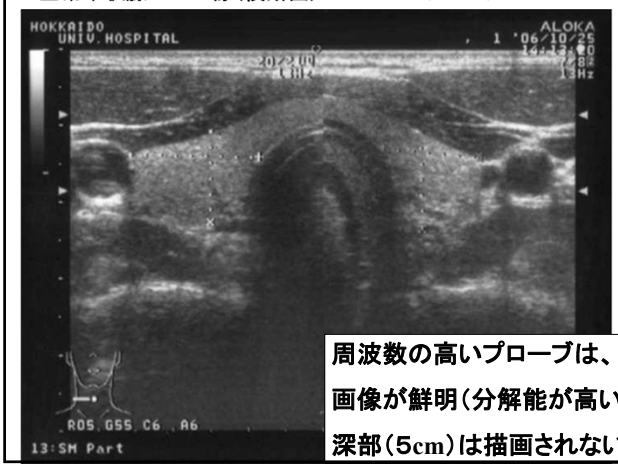
周波数が高いほど、

直進性が増す　（ 指向性が良くなる。）
（ 画像がきれいになる
＝ 分解能が高くなる ）

減衰が大きい　（ 透過性が減る。
深部まで届かない。）

11

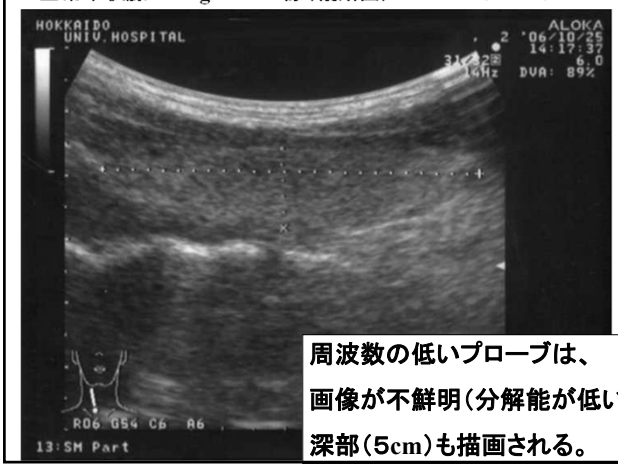
正常甲状腺　Axial像（横断面）　7.5MHzプローブ



周波数の高いプローブは、
画像が鮮明（分解能が高い）。
深部（5cm）は描画されない。

12

正常甲状腺　Longitudinal像（縦断面）　3.5MHzプローブ



周波数の低いプローブは、
画像が不鮮明（分解能が低い）。
深部（5cm）も描画される。

13

音の周波数と音速は無関係。

音波、超音波は、質量のあるもの（空気や組織など）を媒質として伝わる。
音波、超音波の速度は媒質の堅さや重さで決まる。
（ 硬度の平方根に比例、密度の平方根に反比例。）

硬い組織ほど超音波速度は速い（骨＞筋肉＞脂肪）

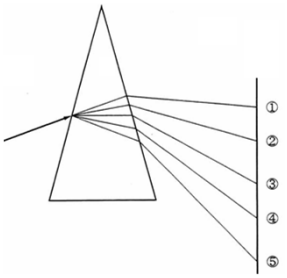
人体内の平均の音波、超音波速度は 1530 m/sec
（ 空気中では 344 m/sec、 水中では 1520 m/sec ）

14

プリズムによる可視光の分離図を示す。
①から⑤の光の色の順番はどれか。

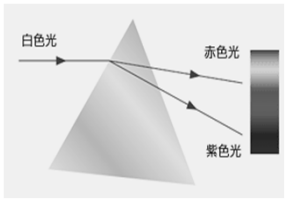
① ② ③ ④ ⑤

1. 青―紫―赤―黄―緑
2. 赤―黄―緑―青―紫
3. 赤―紫―青―緑―黄
4. 紫―青―緑―黄―赤
5. 紫―緑―青―赤―黄



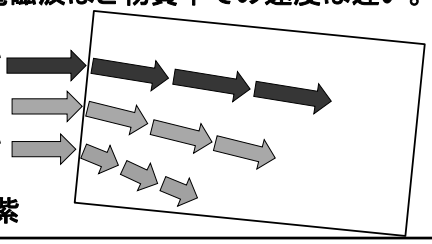
2009年　国家試験

解答　2



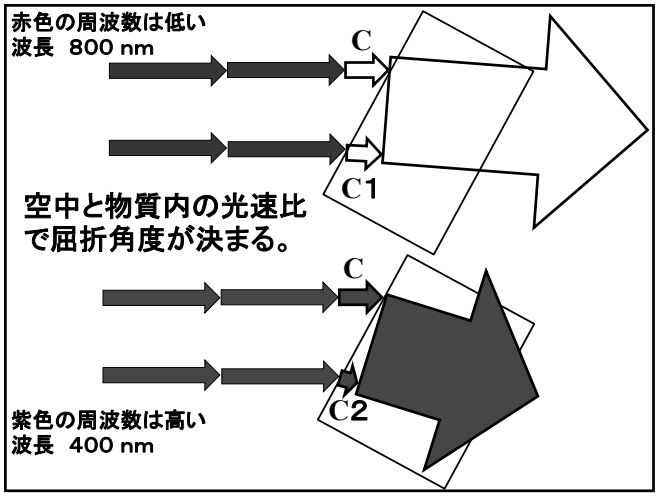
15

光の周波数と物質中の光速は関係がある。
光（電磁波）は、空間を媒質として伝わる。
光にとって物質は媒質ではなく、単なる障害物。
特に周波数の高い電磁波ほど障害が大きい。
（電磁波による物質の分極化が電磁波の進行を妨げる）
周波数の高い電磁波ほど物質中での速度は遅い。



赤橙黄緑青藍紫

16



17

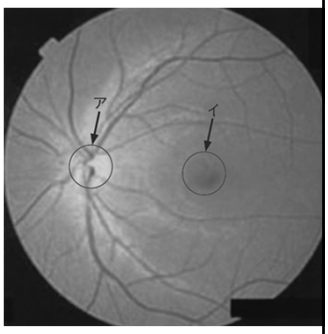
看護師、臨床検査技師、診療放射線技師は、無散瞳眼底カメラ撮影、超音波検査を行う資格をもつ。（ ＝ 国家試験に出る。）

18

25年国家試験　　解答　1

眼底写真を示す。
誤っているのはどれか。

1. 写真は右眼である。
2. イは黄斑部である。
3. アは視神経乳頭である。
4. 中心窩は黄斑部に存在する。
5. 太く暗赤色に描出されているのが静脈である。



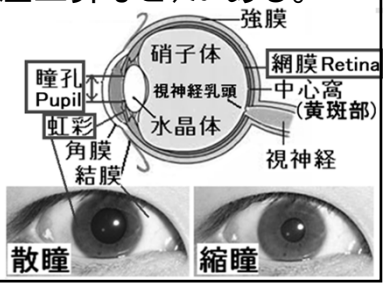
これは左眼の眼底

19

無散瞳眼底カメラ撮影とは、
瞳孔を開く薬剤を使用しない眼底撮影。
瞳孔を開く薬剤（散瞳薬アトロピン点眼薬）を使用すると眼底の撮像範囲が広がるが、副作用（眩視、眼圧上昇など）がある。

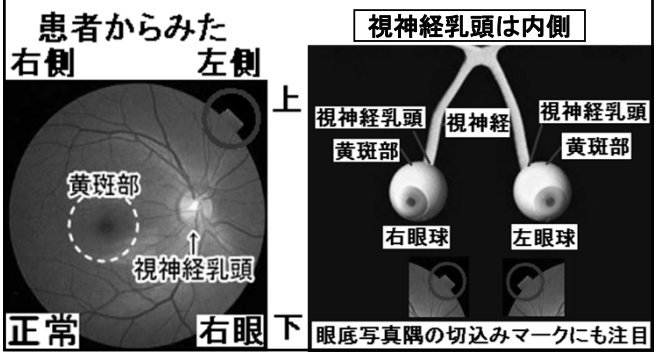
視細胞が並ぶ網膜（Retina）を撮影。

技師は散瞳薬の投与資格がない。



20

無散瞳眼底カメラ撮影で得る眼底写真像。
技師から見て視神経乳頭が右側、黄斑部が左側に寄っている写真は、右眼。



21

無散瞳眼底カメラ撮影では、薬を使わず出来るだけ瞳孔を広げるために、暗室（検査可能な程度の薄暗い部屋）で実施。真っ暗にする必要はない。

普通は右眼から実施する（左右の所見を間違えないようにするため）。

眼球の位置固定方法は、まず患者の顔を固定するため額と顎を受ける器具に密着。患者から装置を覗くと目印（固視標）が見えるので、それを見つめるよう伝える。

22

位置合せのため赤外線の照明光を眼底に当て、赤外線カメラで撮影位置を調節（可視光線を使うと縮瞳するため）。

視神経乳頭と黄斑部との間が画像中心になるように位置合わせをする。
撮影時は、瞬きをしないように伝える。

撮影時は、かなり眩しい可視光ストロボが一瞬あたる。すぐ両眼とも縮瞳するので、もう片方の目が散瞳し撮影できるまで 10 分ほど暗室で待つ。眼底撮影は一発勝負。

23

眼底（Eyeground）は、神経や血管を直視できる部位。網膜病変の他にも高血圧、動脈硬化および糖尿病等の診断もできる。

視神経乳頭は網膜内の神経と 動脈（細く明赤色）、静脈（太く暗赤色）の出入り口。網膜中心部から少し内側にある。視神経乳頭は網膜がないので視野中心から少し外側の視界が一部見えない。盲点という。

視野中心部の網膜は厚く、凹みがあり、黄色の斑点に見える。黄斑部、中心窩という。

24

25年国家試験　　解答　2

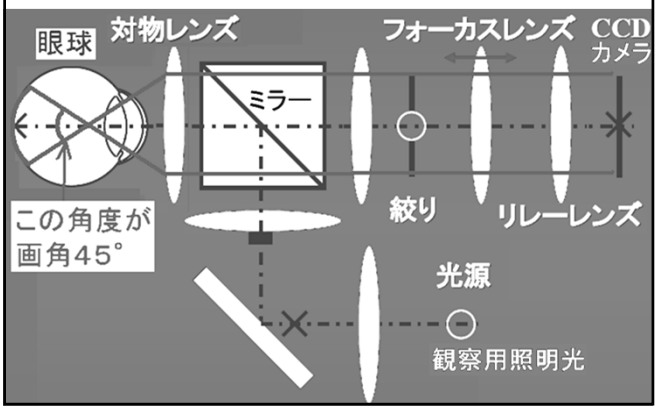
無散瞳眼底写真撮影装置で正しいのはどれか。

1. 白黒画像である。
2. 可視光で撮影する。
3. 撮影画角は 75 度である。
4. 照明光に紫外線を用いる。
5. 眼球に最も近い構造はフォーカシングレンズである。

25

眼底カメラの構造で、患者眼球に近いものは対物レンズ。

フォーカスレンズは、対物レンズと CCDカメラの間にある。



26

24年国家試験　　解答　2

無散瞳眼底カメラで正しいのはどれか。

1. 直接照明を使用する。
2. 自然散瞳で撮影する。
3. 眼底精密検査に用いる。
4. 高精細モニタで読影する。
5. 縮瞳状態でも撮影できる。

観察用照明光は、ミラーで反射された
間接照明光を使う。

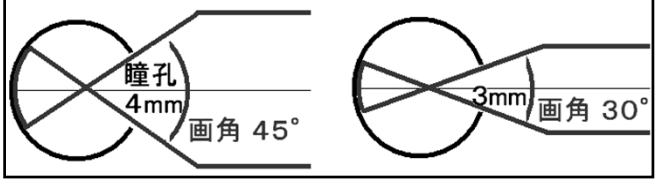
27

眼底カメラ装置の画角は45°が普通だが

散瞳径が 4mm 以下の場合は、画角を小さくして検査を行う。

瞳孔径 3.3mm には 画角30°の撮影が適する（眼底の撮像範囲は狭くなる）。

瞳孔径3mm以下の縮瞳状態は撮像困難。



28

眼底カメラ装置の画角は45°が普通。

散瞳径が4.0mm以上（画角45°の場合）ないと適切な眼底撮影範囲を得られない。

若年者は暗室に入れば数分で4mm以上の散瞳が得られるが、
高齢者では10分以上待つことになる。

眼底撮影時のフラッシュ光による眩視（まぶしくて目がくらむ状態）の後遺症は20～30分以内に解消する。

29

25年国家試験　　解答　2

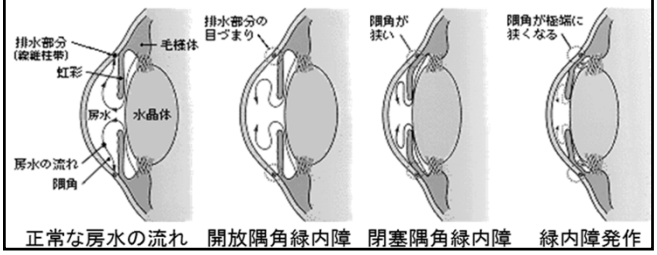
無散瞳眼底カメラ検査で正しいのはどれか。

1. 連続撮影に適する。
2. 待合は暗い部屋を用意する。
3. 緑内障患者では原則禁忌である。
4. 高度の近視では眼底にピントが合わない。
5. 検査終了後６時間は車の運転を控えるように指示する。

30

緑内障　Glaucoma

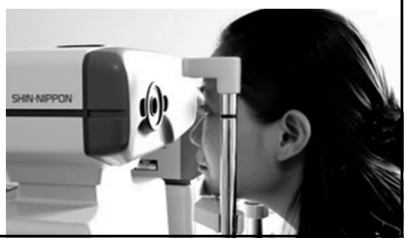
角膜と水晶体の間には、房水という液体があり、血管のない透明な角膜と水晶体に栄養補給をしている。房水が過剰になると角膜が浮腫で緑色に見え、緑内障という。



31

眼圧　Ocular tension

房水が角膜を押す圧力を測定する。
眼圧 = 眼内圧 - 気圧（正常 10～21 mmHg）
（低気圧で眼圧は上昇する）（1気圧 = 760 mmHg）
角膜に空気を吹き付けて角膜の凹み具合にて眼圧を測定する簡便な非接触法が普及。

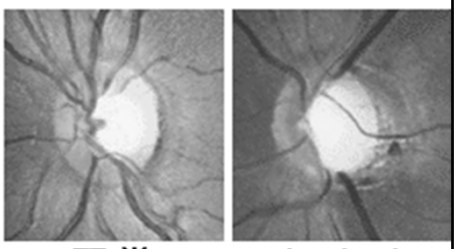


32

房水が過剰になると、緑内障になり、眼圧が上昇し、網膜の視神経細胞が圧迫され視野の狭窄、失明に至る。

無散瞳眼底検査は緑内障の診断に有効。

緑内障では視神経乳頭が圧迫され陥凹部が拡大する。



33

散瞳剤（アトロピン）は虹彩を収縮させるので、隅角が狭くなり、眼圧を上昇させる。

緑内障患者にはアトロピンは禁忌。

瞳孔散大は6～8時間続くので、その間は明るい所は眩しく目を大きく開けられない. 車の運転は控えてもらう。

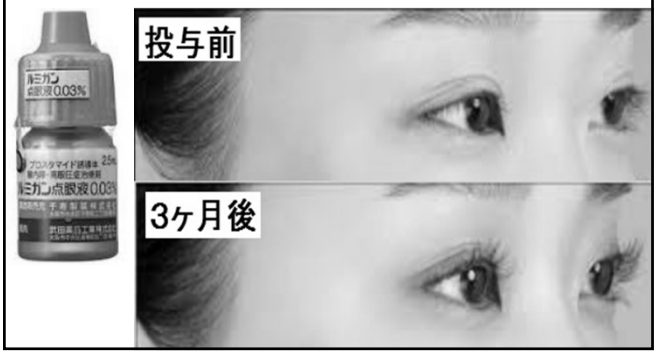
（無散瞳眼底検査は暗所での自然散瞳なので、瞳孔散大の持続は生じない。）

アトロピン点眼後のコンタクトレンズ装着は、角膜上の薬剤が停滞するので避ける.

34

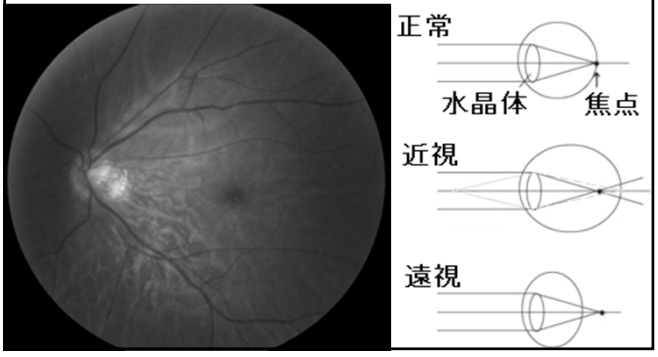
緑内障の治療点眼薬　ルミガン

まつ毛が伸びる副作用あり。
美容医療にも使用されている。



35

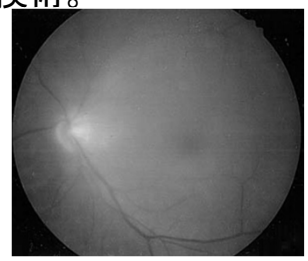
高度近視（Myopia、Shortsighted）の眼球は、前後径が長いので、網膜が薄く伸展されて、眼底写真は 豹紋状眼底を示す。



36

白内障　Cataract

水晶体の蛋白質が黄白色に変性する。
老化現象。その他、風疹胎児感染、外傷、糖尿病でも生じる。視界が白濁する。
治療は人工水晶体置換術。



白内障の眼底写真
水晶体混濁にて
網膜内血管が不明瞭。

37

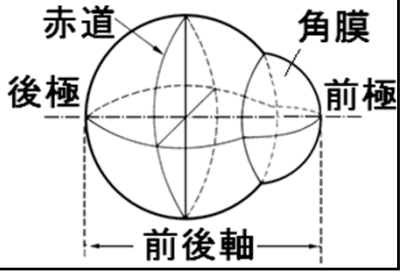
24年国家試験　　解答　3

無散瞳眼底カメラによる検査で正しいのはどれか。

1. 撮影画角は90度である。
2. 撮影光には赤外線を使用する。
3. 眼底後極部の観察が可能である。
4. 記録媒体として光電子増倍管を用いる。
5. アーチファクトとしてミラージュ現象がある。

38

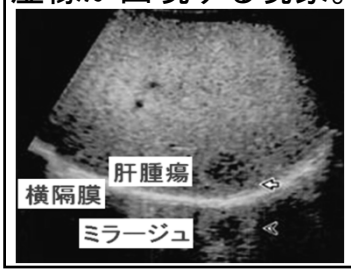
眼球の部位表現
角膜頂点を前極、後方中心を後極という。
視神経乳頭、黄斑部を含む部位を後極部という。眼底写真の画角範囲45°で
後極部全体が撮像範囲に収まる。

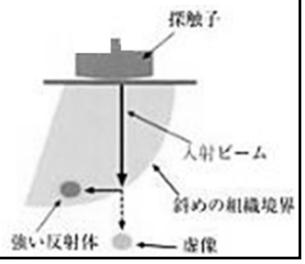


39

ミラージュ現象（mirage phenomenon：蜃気楼）

超音波画像に出現するアーチファクト。
超音波ビームに対し斜めに平滑な反射物があると（横隔膜など）、蜃気楼のように虚像が出現する現象。





40

24年国家試験　　解答　3

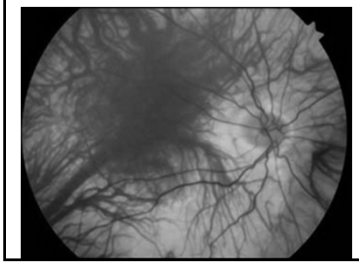
無散瞳眼底写真撮影で正しいのはどれか。

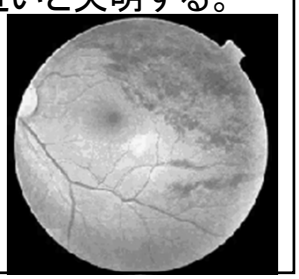
1. 眼瞼部をアルコール消毒する。　**角膜を傷める危険。**
2. 画像はシャウカステンで観察する。
3. 撮影終了直後から車の運転を許可してよい。　**無散瞳はOK**
4. 眼底出血が疑われる場合の撮影は禁忌である。
5. ハードコンタクトレンズは装着したまま撮影できる。　**光を反射するものは、できるだけ外してもらう。**

41

眼底出血　hemorrhage in the eyeground

糖尿病は血液粘度が高く、細い血管が脆くなる。網膜静脈の閉塞、破裂で眼底出血を生じやすい。出血部位の視野は欠損し、出血部位が黄斑部に近いと失明する。





42

23年国家試験　　解答　1、4

無散瞳眼底写真撮影で正しいのはどれか。2つ選べ。

1. 撮影前に眼振の有無を確認する。
2. 両眼を閉じた状態で眼の位置合わせを行う。
3. 始業前に撮影装置の赤外線強度分布を点検する。
4. 眼瞼下垂のある患者では指で上眼瞼を挙上しながら撮影する。
5. 撮影後2時間程度はコンタクトレンズの装着を避けるように指示する。　散瞳薬点眼後のみ

43

眼振（眼球振盪） Nystagmus

眼球の不随意運動。

水平性眼振、垂直性眼振、回旋性眼振がある。

水平性眼振は、緊張状態 「目が泳いでいる」、
眼底検査時の眼振は緊張に伴う注視眼振。
眼振があると眼底撮影は困難。
リラックスしてもらう。
電車で景色を見続けると視運動性眼振。
外耳道に冷水や温水が入った時は温度眼振。

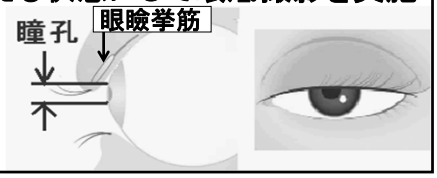
垂直性眼振は、下部脳幹障害、脊髄小脳変性.

回旋性眼振は、下部脳幹、前庭神経核障害。

44

眼瞼下垂　Ptosis　　Ptosis of eyelid

上眼瞼（上まぶた）が瞳孔まで下がり視界制限が生じる。そのため無意識に眼瞼挙筋の緊張や顎を上げる姿勢を維持し眼筋疲労や肩こりが持続。先天性が多い。眼筋障害（重症筋無力症）でも生じる。眼瞼下垂では技師が上眼瞼を指（アルコール消毒を済ませる）で挙上して瞳孔が全部見える状態にして眼底撮影を実施.



45

23年国家試験　　解答　2

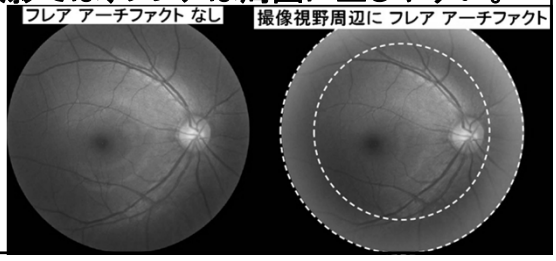
無散瞳眼底写真撮影で正しいのはどれか。

1. 白黒画像である。
2. 可視光で撮影する。
3. 撮影画角は15度である。
4. 紫外光で位置合わせを行う。
5. 画像中心にフレアが発生する。

46

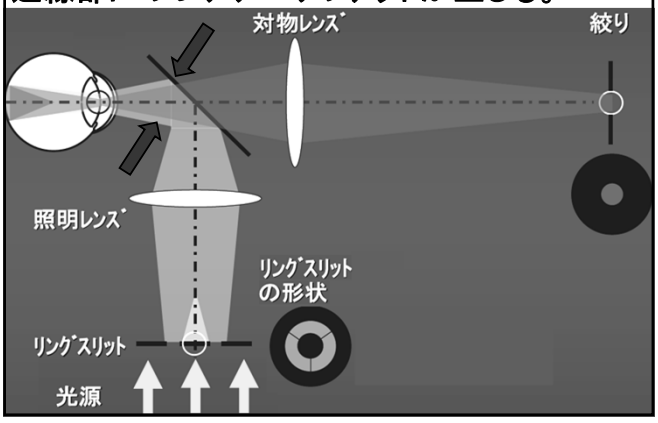
フレア　flare

レンズを伴う撮像装置に生じるアーチファクト。
ハレーション halation と同義語。
強い光がレンズ面内で反射して、明るい部位の周囲に光が漏れた像が撮影される現象。
眼底撮影では、フレアは周囲に生じやすい。



47

照明範囲が撮像範囲をこえると、眼底写真の辺縁部に フレアアーチファクトが生じる。



48