

ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE HUMAINES

Durée : 4 heures

 Coefficient : 3
 (Anatomie : 1,5 - Physiologie : 1,5)

CORRIGE

ANATOMIE

1. OSTEOLOGIE

1.1. Le document I représente la ceinture scapulaire droite en vue antérieure.

1.1.1. Légender ce document en reportant les numéros sur la copie (8 réponses).

1. Acromion
2. Tubercule majeur de l'humérus
3. Sillon intertuberculaire (coulisse ou gouttière bicipitale) ou gouttière intertubérositaire
4. Tubercule mineur (trochin)
5. Cavité glénoïdale ou glène ou cavité glénoïde
6. Fosse sous-scapulaire de l'omoplate ou face costale
7. Apophyse coracoïde ou processus coracoïde
8. Clavicule (bord antérieur) ou corps

1.1.2. Avec quelle partie du squelette s'articule, à l'avant, l'os numéro 8 ?
Nommer cette articulation ; préciser son type.

L'os n° 8 (clavicule) s'articule à l'avant avec le sternum. A deux, ils forment l'articulation sterno-claviculaire qui est une articulation semi-mobile ou énarthrose.

1.2. Le document II est un schéma d'interprétation d'un cliché obtenu en I.R.M.

1.2.1. Dans quel plan cette coupe est-elle réalisée ?

Plan coronal ou frontal

1.2.2. Légender en reportant les numéros sur la copie (9 réponses).

1. Clavicule
2. Acromion
3. Articulation acromio-claviculaire
4. Muscle trapèze
5. Muscle sus-épineux
6. Bourrelet glénoïdien (parties supérieure et inférieure)
7. Tête humérale
8. Cavité glénoïde de l'omoplate
9. Muscle deltoïde

2. LE THORAX : APPAREIL RESPIRATOIRE ET MEDIASTIN

2.1. Trachée et arbre bronchique : le document III-a présente la trachée, en coupe transversale, et le document III-b l'arbre bronchique.

2.1.1. Légender en reportant les numéros sur la copie (4 réponses, puis 8 réponses).

Document III – a

1. Paroi membraneuse (membrane – fibres élastiques), muscle trachéal
2. Cartilage hyalin (arc cartilagineux)
3. Muqueuse (épithélium + tissu conjonctif)
4. Lumière trachéale

Document III – b

1. Cartilage cricoïde (ou arc du cartilage cricoïde)
2. Bifurcation trachéale ou carène
3. Bronche souche gauche (ou principale ou grosse bronche)
4. Bronche lobaire inférieure droite
5. Bronche lobaire moyenne droite
6. Bronche lobaire supérieure droite
7. Bronche souche droite
8. Bronches segmentaires

2.1.2. Quelle est la projection vertébrale de la zone 2 du document III-b ?

Au niveau de T5 ou 5^{ème} vertèbre thoracique (ou dorsale)

2.1.3. Indiquer les rapports anatomiques de la trachée avec l'œsophage et les gros vaisseaux de la région du médiastin.

D'arrière en avant, nous trouvons la trachée devant l'œsophage, puis la crosse de l'aorte (dans la région de la carène), le tronc pulmonaire et l'artère pulmonaire droite et finalement l'aorte ascendante (aorte thoracique).

2.2. Chaque poumon est subdivisé en lobes et présente des empreintes sur la face médiastinale. Sur cette face sont observées les structures qui pénètrent et celles qui sortent au niveau du hile. Le document IV concerne le poumon droit.

Légender les structures et les empreintes en reportant les numéros sur la copie (14 réponses).

1. Artère lobaire supérieure droite
2. Bronche lobaire supérieure droite
3. Veines pulmonaires
4. Artère lobaire moyenne
5. Bronche lobaire moyenne
6. Bronche lobaire inférieure
7. Artère lobaire inférieure
8. Veine pulmonaire inférieure
9. Empreinte de l'œsophage
10. Empreinte de la veine cave inférieure
11. Empreinte cardiaque
12. Petite scissure
13. Empreinte de la veine cave supérieure
14. Artère bronchique (vaisseau bronchique)

2.3. Au niveau du thorax, la lymphe est collectée de manière à rejoindre la circulation sanguine. Le document V présente la disposition des canaux lymphatiques et des vaisseaux sanguins au niveau du thorax.

Légènder en reportant les numéros sur la copie (10 réponses).

1. Tronc veineux brachio-céphalique gauche
2. Veine jugulaire interne gauche
3. Canal thoracique
4. Veine hémi-azygos
5. Citerne de Pecquet
6. Grande veine azygos
7. Veine cave supérieure
8. Veine sous-clavière droite
9. Veine jugulaire interne droite
10. Grande veine lymphatique

2.4. Expliquer le rôle du diaphragme dans la mécanique respiratoire.

A l'inspiration, il y a contraction et abaissement du diaphragme, d'où augmentation du volume de la cage thoracique.

Lors de l'expiration, il y a relâchement et le diaphragme remonte.

Importance du rôle joué par ce muscle dans la respiration.

3. APPAREIL REPRODUCTEUR MASCULIN

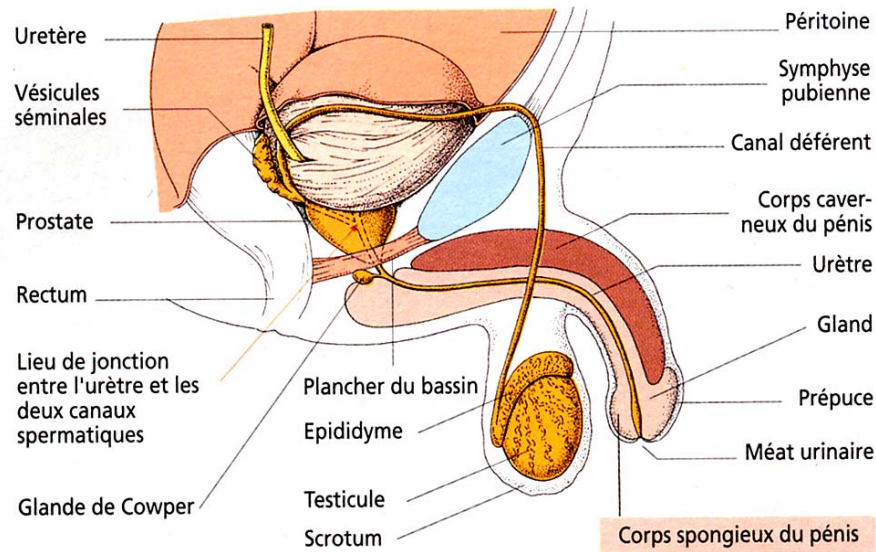
3.1. Le document VI est la représentation schématique d'un pelvis masculin en coupe axiale.

Indiquer les légendes correspondant aux numéros en les reportant sur la copie (12 réponses).

1. Prostate
2. Pubis
3. Symphyse pubienne
4. Urètre
5. Vaisseaux fémoraux
6. Grand trochanter
7. Fémur
8. Coccyx
9. Rectum
10. Arrière-fond cotyloïdien
11. Os coxal
12. Cordon spermatique

3.2. Le document VII représente une vue sagittale de l'appareil reproducteur masculin.

3.2.1. Placer l'urètre, les glandes et les corps érectiles du pénis sur le document à rendre avec la copie.



Les glandes de Cowper sont aussi appelées glandes bulbo-urétrales.
Les corps érectiles sont les corps caverneux et le corps spongieux.

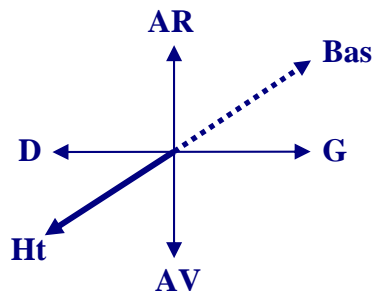
3.2.2. Légender les numéros (1 à 8) et les structures placées précédemment.

1. Prépuce
2. Testicule
3. Epididyme
4. Ampoule du conduit déférent
5. Uretère
6. Vessie
7. Conduit déférent
8. Pubis

4. MOELLE EPINIÈRE ET RACHIS

4.1. Le document VIII représente la disposition de la moelle épinière par rapport au rachis.

4.1.1. Reproduire sur la copie le système d'axes d'orientation du document VIII et le compléter.



4.1.2. Indiquer sur la copie les noms des éléments repérés par un numéro (= 10 réponses), sachant que les n° 1 - 2 - 3 appartiennent à la même structure.

1. Dure-mère
2. Arachnoïde
3. Pie-mère
4. Espace épidural
5. Substance grise
6. Nerf rachidien
7. Racines rachidiennes
8. Ganglion spinal
9. Espace sous-arachnoïdien (L.C.R.)
10. Substance blanche

4.1.3. Préciser la nature du contenu de l'espace n° 9, son origine, une différence essentielle par rapport au plasma sanguin, ainsi que sa fonction vis-à-vis de la moelle.

L'espace sous-arachnoïdien (n° 9) contient le liquide céphalo-rachidien.

Le L.C.R. provient de l'ultrafiltration plasmatique par les plexus choroïdes (dans les ventricules cérébraux). Ce liquide est appauvri en protéines par rapport au plasma. Il a une fonction hydrostatique protectrice.

4.2. Le document IX montre le segment inférieur du rachis. Légendez en reportant sur la copie les numéros (8 réponses).

1. Queue de cheval
2. L5
3. Trou sacré postérieur
4. Filum terminal
5. Coccyx
6. Sacrum
7. Sac dural
8. Ganglions spinaux

PHYSIOLOGIE

1. TRANSMISSION DE LA VIE

1.1. FECONDATION

Au cours de la fécondation plusieurs événements mènent à la formation du zygote. Deux étapes a et b, sont présentées dans la figure 1.

1.1.1. Reporter sur la copie les légendes correspondant aux numéros et donner un titre à chaque étape.

1. Premier globule polaire
2. Spermatozoïde
3. Ovocyte II
4. Cellule folliculaire
5. 2^{ème} globule polaire
6. Cellules de l'embryon (noyau)

- a. Stade de la métaphase II de la méiose pour l'ovocyte (II) et arrivée des spermatozoïdes
- b. Deux blastomères

1.1.2. L'ordre chronologique est-il respecté ? Justifier la réponse.

L'ordre est respecté ; on y trouve une méiose non achevée en a puis deux cellules-filles en b.

1.1.3. Préciser le nombre de chromosomes (n ou 2n) et leur nombre de chromatides pour chaque cellule de l'étape (a).
Justifier la réponse.

Cellule 4 : 2 n chromosomes, ce sont des cellules somatiques – monochromatidien

Cellules 1 et 3 : n chromosomes, elles proviennent de la première division de la méiose – bichromatidiens

Cellule 2 : n chromosomes, gamète mâle -monochromatidien

1.2. STERILITE ET F.I.V.E.T.E.

De nombreux couples ont actuellement recours à des méthodes de procréation médicalement assistée en cas d'échec des traitements classiques de la stérilité. La F.I.V.E.T.E. est une de ces méthodes, et l'indication principale est l'obstruction des trompes.

1.2.1. Expliciter F.I.V.E.T.E. et indiquer les conséquences de l'obstruction des trompes pour la reproduction.

F.I.V.E.T.E. = fécondation in vitro et transfert d'embryon

L'obstruction des trompes empêche le passage de l'**ovocyte** et des **spermatozoïdes** dans les voies génitales

1.2.2. Différents examens sont réalisés lors de la préparation des gamètes. La figure 2 présente les résultats de l'observation microscopique concernant le spermatozoïde.

Reporter sur la copie les légendes correspondant aux numéros (8 réponses attendues).

Indiquer le rôle de chacun des éléments suivants : 1, 5, 7.

1. Acrosome
2. Noyau
3. Cytoplasme (hyaloplasme)
4. Tête
5. Mitochondries
6. Pièce intermédiaire
7. Flagelle
8. Membrane plasmique

- L'acrosome (n°1) contient des enzymes qui permettent le franchissement de la zone pellucide.
- La mitochondrie (n° 5) est un organite fournissant de l'énergie (ATP) à la cellule. Cette énergie est nécessaire pour le déplacement du gamète.
- Le flagelle (n° 7) concourt à la mobilité du spermatozoïde.

1.2.3. Chez la femme, la stimulation ovarienne est réalisée pendant 10 à 12 jours par une substance de type F.S.H.
Le recueil des ovocytes est effectué, sous contrôle médical, après déclenchement hormonal de l'ovulation.

1.2.3.1. Indiquer le lieu de production de F.S.H.

Présenter ses différents rôles et les facteurs contrôlant sa sécrétion.

FSH = hormone folliculo-stimulante

Lieu de production : cellules antéhypophysaires

Rôles : hormone gonadostimuline ou gonadotrophine hypophysaire qui stimule la croissance des follicules ovariens et la synthèse d'oestrogènes.

Facteurs contrôlant sa sécrétion :

- libération de GnRH par l'hypothalamus ;
- taux d'oestrogène sanguin ;
- mélange oestro-progestatif.

1.2.3.2. La ponction de l'ovocyte doit être effectuée à un stade précis du développement folliculaire. Quel est ce stade ?

Il est nécessaire que le follicule soit mûr, on ponctionne le follicule de de Graaf.

1.2.3.3. Décrire le mécanisme responsable de l'ovulation.

La LH (hormone lutéinisante) est une gonadotrophine hypophysaire ; elle est sécrétée sous l'effet d'un **rétrocontrôle positif** s'exerçant entre l'ovaire et le complexe hypothalamo-hypophysaire. Quand le **taux d'oestradiol** dépasse une certaine valeur, il y a stimulation de la **sécrétion de GnRH** ce qui entraîne une stimulation de la **sécrétion de LH (pic vers le 13^{ème} jour du cycle ovarien)**. L'ovulation est déclenchée par cette **brusque élévation** du taux de LH dans le **sang**.

1.3. GESTATION, LACTATION ET HORMONES

1.3.1. La figure 3 présente les variations des taux plasmatiques de certaines hormones au cours de la grossesse.

1.3.1.1. En référence à un cycle normal en absence de gestation, quels sont les arguments tirés de cette figure vous permettant d'affirmer l'état de grossesse de cette femme ?

Par référence à un cycle normal, la figure 3 montre une **forte augmentation des taux d'oestrogènes et de progestérone en début de grossesse, puis d'HCG**.

1.3.1.2. Quelle substance est recherchée lors d'un test de grossesse ?

L'hormone gonadotrophine chorionique (HCG) est sécrétée dès le début de la grossesse et peut servir de **marqueur biologique de la grossesse**. Elle est éliminée dans l'urine et un test permet de la détecter dès la date présumée des règles.

1.3.1.3. Par quelle structure est-elle synthétisée ?

Elle est synthétisée par le syncytiotrophoblaste qui se transformera en **placenta** (et en embryon).

1.3.2. Décrire les rôles respectifs de l'ocytocine et de la prolactine dans les mécanismes de lactation en précisant le lieu de synthèse de chacune de ces hormones. Expliquer le mécanisme d'entretien de la lactation.

- **Ejection** : ocytocine (hypothalamus) ; il y a alors contraction des cellules myo-épithéliales des acini
- **Synthèse** : prolactine (adénohypophyse) ; synthèse par les acini
- **Boucle de régulation** pour entretien (suction = stimulus mécanique : réflexe neurohormonal qui stimulent l'hypothalamus)

2. LA TRANSMISSION NERVEUSE

2.1. Le montage de la figure 4, réalisé au niveau du neurone géant d'un ganglion de la chaîne nerveuse chez un insecte permet de montrer le rôle intégrateur de ce neurone.

E_1 , E_2 et E_3 sont des électrodes stimulatrices situées sur les terminaisons axoniques de différentes fibres nerveuses sensorielles.

R_1 , R_2 et R_3 sont des électrodes réceptrices situées au niveau des dendrites ou du corps cellulaire du neurone géant.

R_4 est une électrode réceptrice située au niveau du segment initial de l'axone du neurone géant.

Une stimulation appliquée respectivement en E_1 , E_2 et E_3 permet d'obtenir respectivement en R_1 , R_2 et R_3 les enregistrements reportés sur la figure 5 ; chacune de ces stimulations entraîne l'enregistrement en R_4 figurant sur ce même document.

Etudier les réponses enregistrées en R_1 , R_2 , R_3 et R_4 et conclure.

Par rapport au potentiel de repos :

- **R_1** : dépolarisation d'une amplitude de 10 mV n'atteignant pas le seuil ; **R_2** : dépolarisation d'une amplitude de 15 mV n'atteignant pas le seuil ; **R_3** : hyperpolarisation de 10 mV ; **R_4** : PR non modifié.
- **R_1 et R_2** représentent chacun un **PPSE** ou potentiel post-synaptique excitateur correspondant à une dépolarisation locale ; **R_3** présente un **PPSI** ou potentiel post-synaptique inhibiteur correspondant à une hyperpolarisation locale.

Non propagation des divers PPS jusqu'à l'axone.

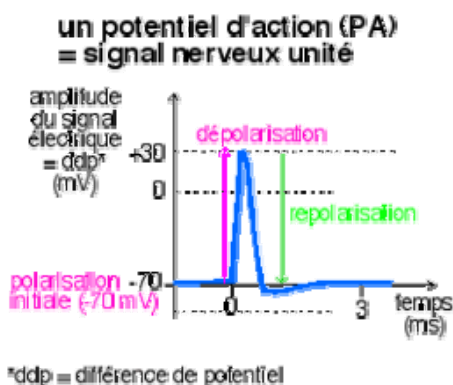
2.2. Si l'on stimule simultanément en E_1 et E_2 , on obtient une modification de l'enregistrement R_4 .

2.2.1. Schématiser soigneusement, nommer et décrire cet enregistrement.

1^{ère} phase : dépolarisation initiale au-delà du seuil de dépolarisation ;

2^{ème} phase : repolarisation

3^{ème} phase : hyperpolarisation : retour au potentiel membranaire de repos.



2.2.2. Justifier et commenter l'apparition de cette réponse.

L'enregistrement R_4 étant modifié, les deux PPSE en R_1 et R_2 se sont additionnés permettant d'atteindre la **valeur seuil** permettant la genèse d'un potentiel d'action au niveau du segment initial de l'axone pouvant se propager.

2.3.

2.3.1. Quelle réponse obtiendrait-on si les électrodes E_1 , E_2 et E_3 étaient stimulées simultanément ? Justifier.

Sommation des deux PPSE et du PPSI ; valeur inférieure au seuil de dépolarisation ne permettant pas la genèse d'un potentiel d'action ; seul le potentiel membranaire de repos est enregistré au niveau de l'axone.

2.3.2. En déduire brièvement le rôle d'un neurone dont le corps cellulaire est situé dans un centre nerveux.

Le neurone d'un centre nerveux effectue une sommation spatiale des différents PPSE et PPSI générés au niveau des diverses synapses établies par des neurones pré-synaptiques ; si la somme atteint le seuil de dépolarisation, cela génère un potentiel d'action sur le segment initial de l'axone, potentiel d'action pouvant se propager au niveau de l'axone ; idée de **neurone intégrateur**.

2.4. L'électronographie de la figure 6 montre une zone de l'encadré « S » de la figure 4 précédente.

2.4.1. Titrer et légender ce document (7 réponses attendues).

Synapse observée au microscope électronique

1. Vésicule pré-synaptique
2. Exocytose de la vésicule présynaptique
3. Membrane présynaptique
4. Fente synaptique
5. Membrane post-synaptique
6. Terminaison axonique du neurone présynaptique
7. Neurone post-synaptique

2.4.2. Résumer les différentes étapes de la transmission synaptique.

Suite à l'arrivée d'un potentiel d'action présynaptique, entrée de Ca^{2+} , déplacement des vésicules présynaptiques remplies de molécules de neurotransmetteur vers la membrane du neurone présynaptique : **libération des molécules de neurotransmetteur dans la fente synaptique par exocytose** ; formation d'un **complexe neurotransmetteur – récepteur spécifique** situé sur la membrane post-synaptique ; **naissance d'un PPS** par ouverture de **canaux ioniques chimio – dépendants** associés au récepteur membranaire post-synaptique.

3. LA CIRCULATION SANGUINE

3.1. La figure 7 représente les variations de pression sanguine enregistrées dans l'aorte en fonction du temps.

3.1.1. Définir la pression artérielle.

Pression artérielle = pression exercée par le sang sur la paroi des artères de la circulation systémique.

3.1.2. Comment s'appelle la pression enregistrée au point A, au point C ?

A = pression systolique

B = pression diastolique

3.1.3. Expliquer l'augmentation de pression observée après le point B.

L'augmentation de pression observée après le point B résulte de la **fermeture de la valvule sigmoïde**. Quand la valvule se ferme, le sang aortique revenant vers le ventricule gauche rebondit sur la valvule et génère cette onde de pression.

3.1.4. A partir des données de la figure 7, déterminer la valeur de la fréquence cardiaque. Justifier la réponse.

Les variations cycliques de la pression artérielle reflètent l'activité cyclique du cœur. Sur la figure 7, on observe un cycle toutes les $3,3(\text{cm}) / 4,6(\text{cm}) = 0,7$ s. En une minute, on aura $60 / 0,7 \approx 86$ cycles.

3.1.5. Comment calculer le débit cardiaque exprimé en litres par minute connaissant le volume d'éjection systolique ?

Débit cardiaque = (volume d'éjection systolique) x fréquence cardiaque

Vérification : En raisonnant par les unités ; on a :

$(\text{L}) \times (1 / \text{mn}) = (\text{L} / \text{mn})$

L / mn correspond bien a un débit

3.2. La figure 8 représente l'évolution de la pression sanguine dans la circulation systémique.

On sait que :

- dans les capillaires sanguins, la pression osmotique exercée par toutes les molécules et ions présents dans le plasma est supérieure de 25 mm Hg à celle du liquide interstitiel.
- La pression du liquide interstitiel est quasiment nulle.

3.2.1. Utiliser ces données pour décrire les échanges liquidiens entre le plasma et le liquide interstitiel. Vous expliquerez successivement les échanges capillaires au voisinage des artérioles puis, ceux observés au voisinage des veinules.

Les mouvements liquidiens d'effectuant de part et d'autre de l'endothélium des capillaires s'expliquent par els différences entre :

- la pression sanguine dans le capillaire qui fait sortir du liquide vers le liquide interstitiel ;
- la pression osmotique qui ramène le liquide vers le sang.

Au voisinage du pôle artériel, la pression sanguine de 40 mm Hg (figure 8) est supérieure à la pression osmotique de 25 mm Hg. Le liquide sort du compartiment sanguin pour donner de la lymphe interstitielle.

Au voisinage du pôle veineux, la pression sanguine de 20 mm Hg (figure 8) est inférieure à la pression osmotique. Le liquide interstitiel est réabsorbé dans le capillaire sanguin.

3.2.2. Comment évoluent ces échanges capillaires quand la pression sanguine augmente de 20 mm Hg d'une extrémité à l'autre du capillaire ? Justifier la réponse. Quelle manifestation pathologique peut apparaître dans ces circonstances ?

Si la pression augmente de 20 mm Hg alors :

- il se forme une plus grande **quantité de liquide interstitiel** ;
- la **réabsorption diminue**.

L'accumulation de liquide interstitiel provoque alors un **œdème**.