

2^{ème} ANNEE

FACULTE DE MEDECINE
D'ALGER.DEPARTEMENT
DE MEDECINE.CYCLE
GRADUE.

COMITE PEDAGOGIQUE
PHYSIOLOGIE

[CAHIER MODULE PHYSIOLOGIE]

Le module de physiologie est subdivisé en trois parties : physiologie cardio-Respiratoire, Physiologie Métabolique et Neurophysiologie. Dans ce cahier vous trouverez les informations relatives au module : les objectifs d'enseignement, les intitulés des cours, les modalités d'enseignement, et d'évaluation .

Durée une année

PHYSIOLOGIE CARDIO-VASCULAIRE

1. Objectifs pédagogiques

PHYSIOLOGIE RESPIRATOIRE

1- Introduction : définition et généralités sur la respiration

- différencier les concepts de respiration et ventilation
- connaître les principales composantes de l'appareil respiratoire
- connaître les rôles non hématosiques du poumon
- décrire le rôle physiologique de la plèvre

2- Mécanique ventilatoire

- connaître les muscles ventilatoires responsables de l'inspiration et de l'expiration
- savoir déterminer les 3 composantes de l'équation de Newton
- connaître les fonctions du surfactant
- connaître les volumes pulmonaires mobilisables et non mobilisables
- savoir décrire les facteurs régissant les résistances des bronches à l'écoulement de l'air

3- Echanges alvéolo-capillaires

- comprendre le principe de Fick appliqué à la diffusion des gaz
- citer la liste des composants de la barrière de diffusion pulmonaire
- savoir décrire la cinétique de transfert de l'oxygène à travers la membrane alvéolo-capillaire
- différencier les spécificités du transfert du gaz carbonique
- savoir la signification du rapport ventilation/perfusion, ses modifications et son uniformisation
- établir le lien entre la méthode de mesure de la capacité de transfert pulmonaire et son intérêt clinique

4- Transport des gaz dans le sang

- décrire le mode de transport de l'oxygène par l'hémoglobine
- savoir tracer la courbe physiologique de dissociation de l'oxyhémoglobine, en déterminant la P_{50} et en connaissant sa signification
- décrire le sens de variation de la courbe de Barcroft et les facteurs qui la modifient
- connaître le mode de transport du gaz carbonique par le sang
- déterminer la relation entre le contenu en CO_2 et le pH sanguin.

5- Régulation de la respiration

- décrire l'interaction des centres respiratoires dans le contrôle de la ventilation
- expliquer le rôle des pressions partielles des gaz et du pH sanguin dans le contrôle de la ventilation
- différencier le rôle des chémorécepteurs centraux et périphériques dans la régulation de la ventilation
- citer les différents facteurs pouvant influencer la ventilation
- expliquer les conditions méthodologiques de réalisation d'une gazométrie

PHYSIOLOGIE CARDIO-VASCULAIRE

1- Electrophysiologie cardiaque

- rappeler les différences anatomo-histologiques entre les cellules myocardiques et celles du tissu nodal
- expliquer les différences électrophysiologiques entre les potentiels d'action des cellules du tissu nodal et des cellules myocardiques
- expliquer les particularités de la conduction au niveau du nœud auriculo-ventriculaire
- interpréter l'intervention du système nerveux autonome sur l'électrophysiologie cardiaque

2- Cycle cardiaque

- savoir les phases du fonctionnement cardiaque (systole-diastole)
- interpréter les variations chronologiques des pressions et des volumes lors d'une révolution cardiaque sur un tracé hémodynamique
- faire correspondre les bruits cardiaques et l'activité électrique du cœur aux phénomènes mécaniques lors d'une révolution cardiaque sur un tracé hémodynamique
- interpréter la courbe pression-volume représentant le travail cardiaque
- connaître les concepts d'effets chronotrope, dromotrope et inotrope et les agents correspondants
- savoir la répercussion de la fréquence cardiaque sur le cycle cardiaque

3- Débit cardiaque

- définir le débit cardiaque
- énumérer les méthodes de mesure du débit cardiaque
- expliquer la loi de Franck-Starling
- Identifier les facteurs déterminants le débit cardiaque
- expliquer les modalités de la régulation du débit cardiaque
- différencier un écoulement laminaire d'un écoulement turbulent
- connaître le mécanisme de Windkessel
- connaître le mécanisme du retour veineux
- expliquer l'ajustement (schéma de Guyton) débit cardiaque/retour veineux (Qc/RV)
- interpréter le sens de déplacement du point d'équilibre de la relation Qc/RC lors de l'exercice musculaire d'endurance
- analyser les adaptations du Qc dans les situations physiologiques (digestion, chaleur, froid, exercice musculaire et altitude)

4- Régulation de la pression artérielle

- définir les significations de chacune des pressions artérielles (systolique, diastolique, moyenne et différentielle)
- interpréter la courbe de variation des pressions artérielles en fonction de l'âge
- définir l'influence de chacun des paramètres de la loi de Poiseuille sur l'écoulement du sang artériel
- citer les différentes méthodes de mesure de la pression artérielle
- préciser les mécanismes de régulation de la pression artérielle à court, à moyen et à long terme

- analyser les adaptations de la pression artérielle dans différentes situations physiologiques (orthostatisme, exercice musculaire, stress, sommeil)
- connaître les modifications du débit sanguin local

5- Circulation coronaire

- rappeler les particularités anatomiques de la circulation coronaire
- donner les valeurs du débit sanguin coronaire (DSC)
- analyser le rôle des facteurs de variation des résistances coronaires au cours d'une révolution cardiaque
- expliquer l'inégalité de la distribution de la tension intramyocardique
- interpréter les variations du DSC au cours d'une révolution cardiaque
- expliquer le phénomène de l'autorégulation du DSC
- expliquer la théorie la plus admise parmi celles proposées au phénomène de l'autorégulation du DSC
- Citer les facteurs déterminants de la consommation d'O₂ du myocarde

3. Modalités d'enseignement

Enseignement magistral

Physiologie métabolique

1. Objectifs pédagogiques

1.1 Objectif général

Acquisition des concepts scientifiques de base pour :

- la compréhension du fonctionnement normal des différents appareils et systèmes du corps humain étudiés ;
- l'intégration de la coordination du fonctionnement de l'organisme et son adaptation aux variations environnementales;
- la possibilité de ramener les problèmes physiologiques à des considérations directement applicables à la médecine dans le domaine de la physiopathologie voire en clinique.

PHYSIOLOGIE RENALE

1.2 Objectifs intermédiaires

Expliquer les 4 fonctions essentielles du rein:

- Régulation de l'homéostasie hydro-électrolytique du milieu intérieur.
- L'élimination (excrétion) de déchets du métabolisme et des substances étrangères à l'organisme.
- La régulation de l'équilibre acido-basique.
- L'intervention dans l'homéostasie phosphocalcique par production de la 1,25 (OH)₂ D3.

1.3 Objectifs spécifiques

- Citer les principales fonctions du rein ;
- Etablir la relation structure/fonction ;
- Définir le débit sanguin rénal,
- Déterminer sa mesure et sa régulation ;
- Définir la filtration glomérulaire ;
- Citer les facteurs influençant le débit de filtration glomérulaire ;
- Expliquer les méthodes de mesure du débit de filtration glomérulaire et sa régulation ;
- Etablir une cartographie rénale ;
- Expliquer le mécanisme de concentration- dilution de l'urine ;
- Expliquer le mécanisme d'acidification de l'urine ;
- Citer les explorations fonctionnelles statiques et dynamiques rénales.

PHYSIOLOGIE DIGESTIVE

1.2 Objectifs intermédiaires

Décrire les principales fonctions digestives :

- La fonction motrice ;
- La fonction sécrétoire ;
- La fonction excrétrice ;
- La fonction d'absorption.

1.3 Objectifs spécifiques

Phase bucco-œsophagienne

- Décrire le mécanisme de la mastication et son rôle ;
- Décrire les mécanismes de la sécrétion salivaire et leur régulation ;
- Décrire les différentes phases de la déglutition

Phase gastrique

- Citer les différents types cellulaires de l'épithélium gastrique et leur rôle dans la sécrétion gastrique ;
- Citer les éléments composant le suc gastrique
- Expliquer la régulation de la sécrétion gastrique acide
- Enumérer les rôles de la sécrétion gastrique
- Décrire les différents types de contractions pariétales gastriques
- Décrire la motricité pariétale gastrique proximale et distale
- Expliquer le mécanisme de vidange gastrique des liquides, des solides et des lipides, et sa régulation

Phase bilio-pancréatique

- Citer les éléments composant la bile et son rôle
- Expliquer la régulation de la sécrétion biliaire
- Ecrire les mécanismes de vidange de la vésicule biliaire et leur régulation

- Citer les éléments composant la sécrétion pancréatique ainsi que sa régulation.

Physiologie intestinale grêlique et colique

- Décrire les phénomènes moteurs de l'intestin grêle et leur régulation
- Citer les éléments composant la sécrétion intestinale
- Décrire sa régulation
- Expliquer les différents mécanismes de digestion et d'absorption des glucides, des lipides, des protéines ;
 - Décrire le transport de l'eau, des électrolytes, du calcium, du fer au niveau intestinal ;
- Citer les principales explorations fonctionnelles de l'absorption intestinale.
- Décrire les phénomènes moteurs coliques
- Citer les différents rôles du côlon
- Décrire les mécanismes de la continence et de la défécation.

PHYSIOLOGIE DES GLANDES ENDOCRINES ET DE LA REPRODUCTION

1.2 Objectifs intermédiaires

- Décrire les relations hypothalamo-hypophysaires - glandes endocrines - effecteurs périphériques
- Citer les différents axes hypothalamo-hypophysaires - glandes endocrines-effecteurs périphériques
- Connaître le fonctionnement normal de chaque glande et sa régulation
- Expliquer les mécanismes d'action au niveau des récepteurs des cellules cibles aboutissant à l'effet physiologique spécifique
- Dédire les conséquences cliniques d'un hypofonctionnement ou d'un hyperfonctionnement de la glande.

1.3 Objectifs spécifiques

Relations hypothalamo-hypophysaires

- Rappeler les structures fonctionnelles anatomiques et histologiques de l'axe hypothalamo-hypophysaire (hypothalamus, hypophyse, système porte hypophysaire)
- Citer les deux hormones post-hypophysaires (ocytocine et arginine vasopressine), leur site de synthèse, leur mode de libération et leurs effets physiologiques
- Citer les hormones hypophysaires et leurs principaux effets physiologiques
- Décrire la régulation de l'axe hypothalamo-hypophysaire
- Enumérer les cinq axes hypothalamo-hypophysaires (axe thyroïdienne, axe corticotrope, axe gonadotrope féminin, axe gonadotrope masculin, axe hormone de croissance-somatomédine).

Thyroïde

- Décrire les différentes étapes de la synthèse des hormones thyroïdiennes et leur métabolisme
- Décrire la régulation de la sécrétion thyroïdienne
- Citer les principaux effets physiologiques des hormones thyroïdiennes
- Citer les conséquences cliniques d'un hypo ou hyperfonctionnement de la glande thyroïde.
- Corréler les principales explorations fonctionnelles (statiques et dynamiques) de l'axe thyroïdien au niveau de la lésion.

Corticosurrénales

- Enumérer les trois couches de la corticosurrénale en précisant pour chacune d'elles les hormones sécrétées;
- Décrire pour les trois groupes d'hormones, leurs actions physiologiques et la régulation de leur sécrétion
- Décrire les conséquences cliniques d'un hypofonctionnement ou hyperfonctionnement de la corticosurrénale.
- Corréler les principales explorations fonctionnelles (statiques et dynamiques) de l'axe corticotrope au niveau de la lésion.

La fonction gonadique féminine

- Citer les fonctions endocrine et exocrine de l'ovaire
- Décrire les cycles ovariens, hormonaux et des effecteurs et leur régulation
- Citer les différentes actions physiologiques des hormones sexuelles féminines
- Corréler les principales explorations fonctionnelles (statiques et dynamiques) de l'axe gonadotrope chez la femme au niveau de la lésion.

Grossesse et lactation

- citer les modifications hormonales au cours de la grossesse
- Décrire la mammogenèse, la lactogenèse et l'éjection lactée.

Les fonctions gonadiques masculines

- Citer les fonctions endocrine et exocrine du testicule
- Décrire la régulation de la sécrétion des hormones sexuelles masculines
- Décrire les différentes actions biologiques des hormones sexuelles masculines et leur mode d'action
- Corréler les principales explorations fonctionnelles (statiques et dynamiques) de l'axe gonadotrope chez l'homme au niveau de la lésion.

Complexe hormonal GH- somatomédines

- Décrire la sécrétion de la GH et sa régulation
- Décrire les effets physiologiques de la GH
- Décrire les conséquences cliniques d'une hypo ou hypersécrétion de la GH.
- Corréler les principales explorations fonctionnelles (statiques et dynamiques) de la sécrétion de GH et de somatomédines au niveau de la lésion.

NUTRITION ET METABOLISMES

1.2 Objectifs intermédiaires

- Décrire l'échange ordonné de matière et d'énergie avec l'extérieur
- Décrire les différents compartiments liquidiens et expliquer leur rôle fondamental pour le maintien de l'homéostasie
 - Expliquer les différents métabolismes, leur régulation et leur rôle fondamental dans le maintien de l'équilibre énergétique indispensable au bon fonctionnement de l'organisme et l'adaptation de ce dernier aux variations alimentaires et environnementales.

1.3 Objectifs spécifiques

Bioénergétique

- Définir le métabolisme énergétique
- Citer les deux principes de la bioénergétique
- Définir l'unité de mesure de l'énergie
- Déterminer la valeur énergétique de chaque nutriment (protéines, glucides, lipides)
- Décrire les méthodes de mesure du métabolisme énergétique (calorimétrie directe et indirecte)
- Définir la dépense énergétique globale et les facteurs déterminant cette dépense.

Compartiments liquidiens

- Définir le milieu intérieur et l'homéostasie
- Décrire les différents compartiments liquidiens, leur composition et les méthodes de mesure
- Connaître les mécanismes d'échanges entre différents compartiments liquidiens

Ration alimentaire

- Définir la ration alimentaire, l'apport recommandé, les nutriments, les aliments énergétiques et les aliments non énergétiques
- Enumérer les groupes d'aliments
- Connaître les besoins quotidiens en énergie et la répartition en pourcentage de la ration calorique globale des différents nutriments
- Citer les sources alimentaires des glucides, leur utilisation par l'organisme et leurs besoins et apport alimentaire quotidiens
- Citer les sources alimentaires des lipides, leur utilisation par l'organisme et leurs besoins et apport alimentaire quotidiens
- Citer les sources alimentaires des protéines
- Enumérer les acides aminés indispensables
- Résumer l'utilisation des protéines par l'organisme
- Citer les besoins et l'apport alimentaire quotidiens des protéines

- Définir le bilan azoté et énumérer quelques situations où le bilan azoté est positif ou négatif
- Définir les besoins quotidiens en eau, sels minéraux, oligo-éléments, et vitamines
- Décrire l'adaptation de la nutrition à certaines situations : exercice physique, grossesse et lactation

Régulation du métabolisme des glucides

- Décrire les grandes voies du métabolisme des glucides et leur régulation
- Décrire la régulation prandiale de la glycémie
- Définir les particularités du métabolisme des glucides dans les différents tissus (foie, muscle, tissu adipeux, cerveau)

Régulation du métabolisme des lipides

- Citer les différentes lipoprotéines et décrire leur métabolisme
- Définir la lipolyse et la lipogénèse et leur régulation

Régulation du métabolisme des protéines

- Définir le turn over protéique, la notion d'apport recommandé, de bilan azoté,
- Résumer la régulation prandiale et hormonale du métabolisme protéique
- Connaître le devenir métabolique des acides aminés.

Régulation du métabolisme hydro-sodé

- Rappeler la teneur en eau totale et sa répartition dans l'organisme
- Préciser le bilan de l'eau (entrées et sorties)
- Définir les systèmes contrôlant l'apport hydrique (soif)
- Définir les systèmes hormonaux régulant l'excrétion rénale de l'eau (arginine vasopressine)
- Préciser le bilan du sodium (entrées et sorties)
 - Définir les systèmes de contrôle de l'homéostasie sodique (système rénine-angiotensine-aldostérone, facteur atrial natriurétique, système nerveux sympathique)
- Expliquer les troubles de l'équilibre hydrosodé (déshydratation, hyperhydratation)

Régulation du métabolisme phosphocalcique

- Résumer la répartition et l'homéostasie du calcium dans l'organisme
- Résumer la répartition et l'homéostasie du phosphore dans l'organisme
- Résumer le flux du Ca^{++} entre l'os et le milieu extracellulaire : composition de l'os, le remodelage osseux, les facteurs modulant ce remodelage
- Résumer le comportement rénal du calcium.

Faim et satiété

- Connaître les centres de la faim et la satiété
- Citer le rôle de quelques hormones sur les centres de la faim et de la satiété
- Citer quelques facteurs psychosociaux et environnementaux influençant la faim et la satiété.

HEMOSTASE

1.2 Objectifs intermédiaires

Expliquer l'ensemble des phénomènes permettant l'arrêt d'un saignement et la coagulation.

1.3 Objectifs spécifiques

- Définir l'hémostase ;
- Citer les 3 temps de l'hémostase ;
- Décrire les temps de l'hémostase ;
- Définir la fibrinolyse ;
- Citer pour chaque temps de l'hémostase l'exploration fonctionnelle adéquate.

2. Programme d'enseignement (intitulés des cours)

PHYSIOLOGIE RENALE

- Généralités sur la physiologie rénale
- Filtration glomérulaire
- Fonctions tubulaires
- Explorations fonctionnelles rénales

PHYSIOLOGIE DIGESTIVE

- Phase bucco-œsophagienne
- Sécrétion gastrique
- Motricité gastrique
- Phase bilio-pancréatique
- Phase intestinale – côlon
- Absorption intestinale et son exploration fonctionnelle.

PHYSIOLOGIE DES GLANDES ENDOCRINES ET DE LA REPRODUCTION

- Relations hypothalamo-hypophysaires
- Thyroïde
- Corticosurrénale
- Hormone de croissance
- Hormone antidiurétique
- Fonction gonadique masculine
- Fonction gonadique féminine
- Grossesse – lactation.

NUTRITION – METABOLISMES

- Bioénergétique (cours à dispenser en 1^{ère} année, conformément aux textes réglementaires)

- Compartiments liquidiens (**cours à dispenser en 1^{ère} année, conformément aux textes réglementaires**)
- Ration alimentaire (**cours à dispenser en 1^{ère} année, conformément aux textes réglementaires**)
- Régulation du métabolisme hydro-électrolytique
- Régulation du métabolisme des glucides et régulation de la glycémie
- Régulation du métabolisme des lipides
- Régulation du métabolisme des protides
- Régulation du métabolisme phosphocalcique
- Régulation de la faim.

HEMOSTASE

3. Modalités d'enseignement

Enseignement magistral

Neurophysiologie

1. Objectifs pédagogiques

1.1 Objectifs généraux

1. Acquérir les connaissances de base pour la compréhension du fonctionnement normale du système nerveux périphérique et central de l'homme normal.
2. Appliquer dans le domaine de la physiopathologie les acquis théoriques en physiologie. (Explorations neurophysiologiques,...)

1.2. Objectifs intermédiaires

Définir le système nerveux périphérique

1. Potentiel de Repos
2. Potentiel d'Action
3. Conduction Nerveuse ; Classification des Fibres Nerveuses
4. Physiologie des Récepteurs sensoriels ; Réception et Codage
5. Transmission Synaptique 1 : Jonction Neuromusculaire
6. Transmission Synaptique 2 : Synapses Neuro-Neurales
7. Reflexes Spinaux
8. Régulation Segmentaire des Réflexes Spinaux
9. Muscle Strié Squelettique 1
10. Muscle Strié Squelettique 2
11. Muscle Lisse
12. Système Nerveux Végétatif

Définir le système nerveux central

1. Racines Rachidiennes / Fonction de Conduction de la Moelle Epinière
2. Régulation Supra spinale des Réflexes Spinaux
3. Fonctions Statiques et Equilibration
4. Noyaux Gris de la Base
5. Cervelet 1
6. Cervelet 2
7. Commande corticale de la Motricité
8. Somesthésie 1
9. Somesthésie 2
10. Audition 1
11. Audition 2
12. Vision 1
13. Vision 2
14. Electroencéphalogramme Corticale (EEG)
15. Vigilance / Sommeil

1.3. Objectifs spécifiques

SYSTEME NERVEUX PERIPHERIQUE / PHYSIOLOGIE GENERALE DES CELLULES EXCITABLES: NERVEUSE ET MUSCULAIRE.

Potentiel de repos

- Décrire (rappel) le model attribué à la structure membranaire, selon Singer et Nicolson (mosaïque fluide)
- Décrire la technique d'enregistrement du potentiel de repos (= potentiel de membrane)
- Etablir l'équation du potentiel de membrane
- Elucider la raison de la convention du signe dans le calcul du potentiel de repos, (Adopter en électrophysiologie)
- Comparer l'ordre de grandeur en valeur absolue du potentiel de repos dans le cas des fibres musculaires et nerveuses par rapport au potentiel des autres membranes : exemple, les hématies
- Déterminer les bases (facteurs) physico-chimiques à l'origine du potentiel de repos
- Comparer l'ordre de grandeur des concentrations ioniques de part et d'autre de la membrane cellulaire obtenu dans un ionogramme sanguin normal
- Etablir les bilans des forces de diffusion et électrostatiques, induites successivement par un gradient de concentration et un gradient électrique dans le cas ; Na^+ , K^+ , Cl^- à travers une membrane cellulaire perméable
- Citer les deux types de transport des ions à travers la membrane cellulaire, selon le sens prévu par le gradient de concentration et dans le cas contraire
- Elucider le mécanisme de fonctionnement de la pompe (Na^+/K^+) ATPase, et son rôle dans le potentiel de repos
- Déterminer le rôle des mouvements actifs du K^+ et du Na^+ sur le mouvement passif du Cl^-

- Enoncer les conséquences des variations expérimentales, des concentrations à l'intérieure et à l'extérieure de la cellule, de chacun de ces ions Na^+ , K^+ , Cl^+ , Mg^{++} , Cu^{++} sur le potentiel de repos.
- Enoncer la relation de NERST, dans la théorie ionique du potentiel de repos
- Enoncer l'équation de DONNAN, dans la théorie ionique du potentiel de repos
- Elucider la relation de GOLDMAN, dans la théorie attribuée par HODGKIN et HUXLEY au potentiel de repos
- Intérêt de la conductivité de la membrane au repos
- Représenter le modèle électrique de la membrane cellulaire et son équivalence en câble coaxial.
- Interpréter la courbe de la caractéristique intensité-tension de la membrane au repos (dans le cas d'un courant continu)
- Expliquer le mécanisme de l'électrotonus physique
- Dédire l'influence de l'électrotonus physique sur le potentiel de membrane (phénomène décrement)
- Définir les constantes de temps et d'espace.

Le potentiel d'action

- Décrire la technique d'enregistrement du potentiel d'action
- Définir le potentiel d'action et les cellules excitables.
- Décrire le potentiel d'action (le prépotentiel, la dépolarisation seuil, le potentiel de pointe et les potentiels consécutifs : positif et négatif)
- Citer les lois d'excitation de la membrane cellulaire
- Définir la rhéobase
- Expliquer la loi générale du tout ou rien
- Elucider la non validité de la loi générale du tout ou rien sur un nerf entier
- Déterminer la relation entre la densité de courant appliqué à un nerf et le recrutement spatial de ses fibres en réponse à la stimulation
- Interpréter la courbe représentant l'influence de la vitesse d'installation du courant sur le seuil d'excitation de la membrane cellulaire
- Définir la constante d'accommodation
- Interpréter la courbe représentant l'influence du sens du courant sur le seuil d'excitabilité de la membrane cellulaire
- Expliquer les lois dites polaires
- Interpréter la courbe représentant l'influence de la durée du stimulus sur le seuil d'excitabilité de la membrane cellulaire
- Définir la chronaxie
- Interpréter la courbe représentant, l'influence de la fréquence du stimulus sur le seuil d'excitabilité membranaire, lorsque le stimulus est un courant alternatif
- Déterminer les paramètres physiques dont dépend la fréquence minimale du stimulus (courant alternatif) sur le seuil d'excitation de la membrane cellulaire
- Intérêt de la fréquence minimale du stimulus (courant alternatif) sur le seuil d'excitabilité de la membrane cellulaire
- Décrire l'état d'excitation d'une membrane cellulaire après une stimulation infraliminaire
- Interpréter la courbe d'excitabilité de la membrane cellulaire au cours du potentiel d'action

- Elucider la coïncidence des différentes périodes d'excitabilité de la membrane (après stimulation supraliminaire) avec les différentes phases du potentiel d'action
- Intérêt de la propagation de la pointe du potentiel d'action
- Décrire la technique d'enregistrement, dans la mise en évidence de la propagation du potentiel d'action
- Elucider la propagation sans décrement du potentiel d'action
- Exprimer l'équation de la célérité de propagation du potentiel d'action
- Expliquer le mécanisme de propagation du potentiel d'action dans une fibre nerveuse non myélinisée (courants locaux)
- Elucider le mécanisme de propagation du potentiel d'action dans une fibre nerveuse myélinisée (conduction saltatoire)
- Elucider le mécanisme de propagation du potentiel d'action dans le cas du nerf entier.
- Citer les bases physico-chimiques du potentiel d'action
- Citer les substances qui ont une action sur la perméabilité de la membrane
- Déterminer le mode d'action des différentes substances, dans la modification de la perméabilité membranaire
- Déterminer le rôle des canaux Na^+ et des canaux K^+ dans la perméabilité de la membrane au cours du potentiel d'action
- Décrire la conductivité électrique (ou la résistance) de la membrane durant le potentiel d'action.
- Elucider les variations du courant circulant à travers la membrane pour différentes tensions imposées.

Physiologie des récepteurs sensoriels

- Définir la réception sensorielle
- Enoncer les principes de la transduction biologique (en rapport avec les récepteurs sensoriels)
- Exposer les caractéristiques générales des récepteurs
- Localiser le niveau de production du message nerveux sensoriel
- Citer les principes de classifications des récepteurs sensoriels
- Enumérer les différentes classes de récepteurs sensoriels
- Définir l'adaptabilité d'un récepteur
- Citer des exemples de récepteurs adaptables et non adaptables
- Expliquer le codage de l'intensité de stimulation (recrutement temporel/spatial)
- Préciser l'électrophysiologie du corpuscule de Pacini
- Expliquer le mécanisme de l'adaptabilité du corpuscule de Pacini
- Préciser la physiologie des fuseaux neuromusculaires
- Enoncer les relations de psychophysiologie (de Weber Fechner, de Stevens...)

Transmission synaptique

- Définir la notion de synapse
- Classer les synapses selon la structure et la fonction
- Décrire la structure d'une synapse
- Décrire l'expérience qui a mis en évidence l'existence d'un neurotransmetteur au niveau de la synapse

- Expliquer la TS au niveau de la plaque motrice
- Exposer la notion de neurotransmetteur
- Préciser la notion de récepteur membranaire
- Définir la synapse neuro neuronale
- Définir un potentiel post synaptique excitateur (PPSE)
- Décrire l'expérience de mise en évidence du PPSE
- Citer les caractéristiques électrophysiologiques du PPSE
- Décrire le mécanisme ionique du PPSE
- Citer les neurotransmetteurs excitateurs majeurs du système nerveux
- Citer les caractéristiques des canaux récepteurs
- Définir un potentiel post synaptique excitateur (PPSI)
- Décrire l'expérience de mise en évidence du PPSI
- Citer les caractéristiques électrophysiologiques du PPSI
- Décrire le mécanisme ionique du PPSI
- Citer les neurotransmetteurs inhibiteurs majeurs du système nerveux
- Citer les caractéristiques des canaux récepteurs
- Définir l'intégration synaptique
- Définir les sommations spatiale et temporelle
- Définir la facilitation et l'occlusion
- Exposer des données de pharmacologie de la plaque motrice
- Enoncer des éléments de physiopathologie de la transmission synaptique.

Physiologie des réflexes spinaux (RxS)

- Définir les Reflexes médullaires
- Citer 3 caractères physiologiques d'une réponse reflexe
- Décrire l'arc réflexe et distinguer les racines rachidiennes
- Enoncer la notion d'unité motrice et de champ radiculaire moteur
- Classer les principaux RXM en spécifiant leur application clinique.

Le réflexe myotatique (RxM)

- Définir le RXM
- Décrire la mise en évidence expérimentale de RM(Sherrington)
- Décrire le circuit du RXM
- Décrire par étude électrophysiologique (lloyd) la nature monosynaptique du RM
- Exposer les caractéristiques du RXM
- Définir le rôle du RXM.

Le réflexe de flexion ipsilatéral (RFI)

- Définir le RFI
- Décrire la mise en évidence chez l'animal
- Décrire par étude électrophysiologique, la nature polysynaptique du RF
- Exposer les caractéristiques du RFI
- Décrire le circuit du RFI
- Préciser le rôle du RFI.

Régulation segmentaire et inter segmentaire des reflexes

- Définir l'inhibition réciproque (énoncé de Sherrington)
- Différencier la notion d'agoniste et d'antagoniste
- Expliquer le réflexe d'extension croisée
- Décrire l'inhibition récurrente (cellule de Renshaw)
- Expliquer la boucle gamma
- Définir le rôle de la boucle gamma
- Définir le rôle des fibres Ib et du réflexe myotatique inverse
- Décrire l'inhibition présynaptique
- Expliquer la régulation inter segmentaire

Physiologie du muscle strié squelettique (MSS)

- Citer les types de muscles, leur siège, et les systèmes nerveux qui les contrôlent
- Citer les 3 fonctions essentielles des muscles
- Définir la motricité somatique
- Décrire l'anatomie macroscopique et microscopique (myocytes) du muscle strié squelettique
- Décrire la fibre musculaire
- Décrire l'anatomie fonctionnelle du muscle strié squelettique
- Définir l'unité motrice
- Définir le sarcomère
- Décrire le mécanisme général de la contraction musculaire
- Décrire le couplage excitation contraction
- Décrire les Mécanismes moléculaires de la contraction musculaire
- Expliquer les aspects mécaniques de la contraction musculaire
- Préciser les aspects métaboliques de la contraction musculaire.

Physiologie des muscles lisses (ML)

- Décrire la structure des ML
- Enumérer les différents types fonctionnels de ML.

Physiologie du Système nerveux végétatif (SNV)

- Décrire l'organisation efférente motrice du SNV, sympathique et parasympathique
- Opposer l'organisation anatomique du système orthosympathique et para sympathique
- Expliquer le fonctionnement du ganglion végétatif
- Reproduire les différents enregistrements électrophysiologiques au niveau du ganglion végétatif
- Indiquer au niveau du ganglion végétatif les neurotransmetteurs impliqués dans la transmission ganglionnaire et dans la neuromodulation
- Citer au niveau du ganglion végétatif les différents récepteurs post-synaptiques
- Expliquer le fonctionnement des fibres post-ganglionnaires sympathiques
- Expliquer le fonctionnement fibres post-ganglionnaires parasympathiques
- Décrire le cycle du neuromédiateur du système sympathique (noradrénaline)

- Décrire le cycle du neuromédiateur du système parasympathique (acétylcholine)
- Citer les différents récepteurs pharmacologiques des organes cibles des systèmes sympathiques et parasympathiques
- Donner des éléments de pharmacologie du système nerveux végétatif
- Reconnaître les effets opposés du système sympathique et parasympathique
- Définir le rôle du système nerveux sympathique
- Définir le rôle du système nerveux parasympathique
- Décrire le fonctionnement de la médullosurrénale.

PHYSIOLOGIE DU SYSTEME NERVEUX CENTRAL

Racines rachidiennes (RR)

- Expliquer la dualité fonctionnelle des RR.
- Décrire la méthodologie utilisée en physiologie du système nerveux.
- Expliquer le caractère métamérique de l'innervation radiculaire
- Définir le dermatome (pour la racine dorsale)
- Définir le champ radiculaire moteur (pour la racine ventrale).
- Préciser la nature des fibres contenues dans les RR
- Exposer des données anatomo-cliniques

Régulation supra spinale des réflexes médullaires

- Définir le choc spinal
- Expliquer le choc spinal
- Définir la rigidité de décérébration
- Expliquer la rigidité de décérébration
- Enumérer et indiquer les effets des principaux faisceaux descendants sur les motoneurones
- Exposer les données physiopathologiques.

Fonctions statiques et d'équilibration

- Définir l'équilibration
- Décrire le rôle du système vestibulaire
- Citer les 2 types d'appareils sensoriels situés dans l'oreille interne
- Décrire les organes à otolithes (situation, forme, composition cellulaire)
- Décrire les organes ampullaires (situation, forme, composition cellulaire)
- Définir la Polarisation des cellules sensorielles
- Indiquer le rôle de la Polarisation des cellules sensorielles
- Décrire les Modalités de stimulation des récepteurs sensoriels
- Citer les fonctions des récepteurs sensoriels
- Citer les noyaux vestibulaires et leurs projections
- Définir le Réflexe vestibulo-oculaire
- Citer les structures nerveuses impliquées dans le Réflexe vestibulo-oculaire
- Décrire le fonctionnement du Réflexe vestibulo-oculaire

Cervelet

- Exposer les données macroscopiques et microscopiques du cervelet
- Décrire les connexions afférentes, efférentes et les connexions corticonucléaires du cervelet
- Distinguer à partir des données anatomiques embryologiques et fonctionnelles, les subdivisions du cervelet
- Distinguer les deux voies d'entrée de l'information au niveau du cervelet
- Définir le glomérule cérébelleux, exposer son mécanisme électrophysiologique et donner son rôle
- Exposer et interpréter les données expérimentales (stimulation, ablation et enregistrement)
- Indiquer la voie de sortie de l'information
- Expliquer par des expériences électrophysiologiques le traitement de l'information au niveau du cortex cérébelleux
- Exposer les données anatomo-cliniques
- Définir la fonction du paléo, archéo et néocerevet

Noyaux gris de la base

- Etablir la relation des NGC avec les composants majeurs du système moteur (hiérarchie du control moteur)
- Citer les principales connexions afférentes et efférentes des NGC via des Nx relais spécifiques
- Décrire le réseau de circuits en boucles parallèles (cortico – striato – pallio – thalamo-cortical) constituant le modèle de fonctionnement normal dans la régulation des mouvements et du fonctionnement pathologique dans les syndromes Hyper et Hypokinétiques)
- Illustrer le rôle moteur des NGC et leur participation à différentes phases du mouvement par des données électro physiologiques.
- Indiquer les fonctions des NGC
- Citer les principales pathologies des NGC et leur corrélation avec les dysfonctionnements des circuits parallèles.
- Citer quelques approches pharmacologiques et neurochirurgicales pour le traitement de malades.

Cortex moteur

- Définir les systèmes moteurs
- Citer les fonctions des systèmes moteurs
- Citer les 3 étapes de L'accomplissement d'un mouvement volontaire
- Citer les 3 niveaux de la hiérarchie des systèmes moteurs
- Indiquer le rôle de chaque niveau hiérarchique
- Citer les afférences et efférences de chaque niveau hiérarchique
- Citer 5 Techniques d'exploration du cortex moteur
- Citer 3 dates historiques concernant la Mise en évidence du cortex moteur
- Définir la somatotopie
- Définir les Aires motrices
- Citer les 3 Critères d'identification d'une aire motrice corticale
- Citer Les Aires motrices qui constitue le cortex moteur

- Indiquer le rôle de chaque aire motrice du cortex moteur
- Indiquer les afférences et éfferences de chaque aire motrice du cortex moteur
- Citer les effets de lésion de chaque aire motrice du cortex moteur
- Citer les voies motrices descendantes
- Indiquer l'origine, le trajet et la terminaison du faisceau pyramidal
- Citer les symptômes du syndrome pyramidal
- Citer les principaux faisceaux du système extra pyramidal

Physiologie de la somesthésie

- Définir la somesthésie
- Identifier les récepteurs et les voies afférentes somesthésiques
- Identifier les fibres des racines rachidiennes postérieures
- Décrire les mécanismes spinaux de transmission et de contrôle des messages somesthésiques
- Décrire les faisceaux ascendants en rapport avec la somesthésie
- Identifier les structures sous corticales de relai et de contrôle des messages somesthésiques
- Décrire les propriétés des aires corticales somesthésiques
- Expliquer les contrôles descendants
- Explorations électrophysiologiques
- Exposer les données anatomo-cliniques
- Donner un aperçu synthétique des systèmes somesthésiques lemniscal et extra-lemniscal.

Physiologie de la douleur

- Enoncer les définitions de la nociception, de la douleur et de la souffrance
- Identifier les nocicepteurs et indiquer les mécanismes de leur activation
- Citer les fibres afférentes en rapport avec la transmission nociceptive
- Détailler les mécanismes médullaires de transmission des messages nociceptifs
- Identifier les faisceaux ascendants
- Citer les structures supra médullaires
- Exposer les données anatomo-cliniques.

Physiologie de l'audition

- Décrire le stimulus sonore
- Enumérer les trois caractéristiques du stimulus sonore
- Définir l'unité de l'intensité sonore
- Donner les valeurs limites du spectre audible chez l'homme
- Définir l'audiogramme
- Identifier un audiogramme normal
- Expliquer la physiologie de l'oreille externe
- Décrire les propriétés de l'oreille moyenne
- Exposer la structure de l'oreille interne (appareil de Corti)
- Citer les deux propriétés structurales de la membrane basilaire
- Décrire les propriétés mécaniques de l'oreille interne

- Définir la tonotopie dans la cochlée assurée par la membrane basilaire et les cellules ciliées externes
- Exposer les propriétés physiologiques des cellules de l'oreille interne
- Décrire l'influence des fibres efférentes olivo-cochléaire sur les cellules ciliées externes
 - Définir la fréquence caractéristique d'une fibre afférente du nerf auditif
 - Analyser les caractéristiques de codage du stimulus sonore au niveau des fibres afférentes du nerf auditif (intensité, fréquence, localisation)
 - Définir la tonotopie au niveau du système nerveux central
 - Exposer les données physiopathologiques et d'exploration de l'audition

Physiologie de la vision

- Décrire le stimulus lumineux
- Donner les limites du spectre visible
- Exposer l'anatomie fonctionnelle de l'œil
- Distinguer les deux pôles fonctionnels de l'œil
- Décrire au niveau du pôle antérieur de l'œil
 - Définir la dioptrie oculaire
 - Définir le réflexe photomoteur
 - Définir l'accommodation visuelle
- Décrire au niveau du pôle postérieur, la rétine visuelle
- Exposer la notion de dualité fonctionnelle (vision diurne - vision nocturne - adaptation à l'obscurité)
- Etablir la dualité anatomo-histologique et biochimique de la rétine
- Opposer les propriétés de la rétine centrale (fovéa) et de la rétine périphérique
- Décrire les propriétés macro et micro-électrophysiologiques rétiniennes.
- Décrire les voies et centres visuels
- Expliquer la notion de rétinotopie en fonction des voies et projections visuelles
- Enoncer et détailler les deux modes de projections visuelles : hiérarchique et parallèle
- Identifier les centres de relais visuels
- Analyser les propriétés des neurones visuels (organisation des champs récepteurs, réponses aux contrastes, sommation...)
- Distinguer les propriétés des systèmes parvocellulaire (M) et magnocellulaire (M)
- Analyser les propriétés du stimulus visuel (forme - contraste - couleurs - mouvement - relief) et identifier les structures centrales M et P concernées par leur analyse.
- Evoquer des données physiopathologiques et d'exploration de la fonction visuelle.

Physiologie de l'électrogenèse corticale

- Définir l'électroencéphalogramme et l'électrocorticogramme (ECOG)
- Décrire les techniques d'enregistrement : (Système 10/20)
- Définir les ondes électro-encéphalo-graphiques en fonction de leurs bandes de fréquences
- Expliquer l'origine des ondes (leurs liaisons avec l'architecture et la connectivité corticale)
- Décrire les mécanismes régulateurs de l'électrogenèse corticale
- Distinguer les grapho éléments pathologiques

- Enumérer les aspects ontogéniques de l'EEG de veille
- Exposer des données de physiopathologie de l'épilepsie.

Vigilance et sommeil

- Définition physiologique et clinique (comportemental) des états de veille et de sommeil.
- Comparer le sommeil à l'état comateux
- Intégrer la notion de mécanisme Actif du sommeil et son contrôle par des structures nerveuses spécialisées.
- Etablir le profil typique d'une nuit de sommeil (enregistrement polygraphique)
- Distinguer les différents stades du sommeil
- Décrire les structures nerveuses impliquées dans le contrôle de la vigilance sur les bases neurophysiologiques et neurochimiques.
- Identifier les centres clés dans la régulation des états de vigilance et leur intégration avec les pacemakers de l'horloge circadienne.
- Décrire les mécanismes intimes de régulation physiologique résultant des interactions entre réseau de veille et de sommeil
- Dédire les mécanismes physiopathologiques

2. Programme d'enseignement (intitulés des cours)

SYSTEME NERVEUX PERIPHERIQUE (20heures)

- 1- Potentiel de Repos
- 2- Potentiel d'Action. Conduction Nerveuse ; Classification des Fibres Nerveuses
- 3- Physiologie des Récepteurs sensoriels ; Réception et Codage
- 4- Transmission Synaptique 1 : Jonction Neuromusculaire
- 5- Transmission Synaptique 2 : Synapses Neuro-Neurales
- 6- Reflexes Spinaux
- 7- Régulation Segmentaire des Réflexes Spinaux
- 8- Muscle Strié Squelettique 1
- 9- Muscle Strié Squelettique 2
- 10- Muscle Lisse
- 11- Système Nerveux Végétatif.

SYSTEME NERVEUX CENTRAL (30 heures)

1. Racines Rachidiennes / Fonction de Conduction de la Moelle Epinière
2. Régulation Supra spinale des Réflexes Spinaux
3. Fonctions Statiques et Equilibration
4. Noyaux Gris de la Base
5. Cervelet 1
6. Cervelet 2
7. Commande corticale de la Motricité
8. Somesthésie 1
9. Somesthésie 2
10. Audition 1

11. Audition 2
12. Vision 1
13. Vision 2
14. Electrogenèse Corticale (EEG)
15. Vigilance / Sommeil

3. Modalités d'enseignement

Enseignement magistral

4. Modalités d'évaluation de l'enseignement de physiologie

Trois EMD (Une EMD par trimestre) et une épreuve de rattrapage
Chaque épreuve comporte QCS/QCM.

RESPONSABLES MODULE

METABOLIQUE : PR KHELFAT

NEUROPHYSIOLOGIE : Dr HANTALA