

QUADERNET DE PRÀCTIQUES FISIOLOGIA HUMANA



**DEPARTAMENT DE FISIOLOGIA
UNIVERSITAT DE VALÈNCIA**

Coordinadora de Fisiologia Humana
María Dolores Mauricio Aviñó
m.dolores.mauricio@uv.es

PRIMERA PRÀCTICA

POTENCIAL D'ACCIÓ: MODEL SIMULAT AMB ORDINADOR

En aquesta pràctica reforçarem uns quants coneixements teòrics sobre el potencial d'acció i els factors relacionats amb aquest potencial mitjançant una aplicació web, basada en el model de Hodgkin i Huxley, que simula l'estimulació de l'axó gegant del calamar.

La pràctica consisteix a obtenir una corba intensitat-temps (CIT) a partir d'uns temps predeterminats d'aplicació dels diversos estímuls que s'indiquen al final del document. Amb l'ajuda de l'aplicació web es determina la intensitat mínima d'estímul (que s'ha d'expressar en nombres enters) que desencadena un potencial d'acció. Com que aquesta intensitat mínima varia segons el temps durant el qual s'aplica l'estímul elèctric, cal repetir l'operació per a cada temps. Una vegada obtinguda la CIT, es poden determinar altres paràmetres electrofisiològics com la cronàxia i la reobase. A més, els estudiants han de dissenyar per parelles un protocol experimental usant l'aplicació web per a la determinació dels períodes refractaris.

Enllaç de l'aplicació web:

<https://www.uv.es/madomaua/p1.html>

Una vegada ja dins de la pàgina, anem seguint les instruccions que ens indica.

Partim d'un valor de potencial de membrana de -80 mV. Aquesta dada es manté constant en tota la pràctica.

L'aplicació ofereix canviar les dades referents a:

- La intensitat i la duració de dos estímuls successius i independents.
- L'interval de temps (o separació) entre els dos estímuls.

Per a construir la CIT només usem el primer estímul, per la qual cosa a la intensitat o al temps d'aplicació del segon estímul els donem un valor de zero. Una vegada obtingudes les intensitats mínimes en els temps prefixats que desencadenen un potencial d'acció, les dades es traslladen als eixos de coordenades del full de resultats i després d'unir-los queda representada la CIT. Sobre aquesta CIT es calculen els paràmetres de la reobase i la cronàxia.

Per a determinar els períodes refractaris absolut (PRA) i relatiu (PRR) usem els dos estímuls i anem variant l'interval entre tots dos.

El resultat de la simulació de l'estimulació es representa de la manera següent:

1. La gràfica de la part superior representa les variacions de voltatge de la membrana cel·lular.
2. La gràfica de la part inferior representa les variacions de la conductància del sodi (més en pic) i del potassi.

A més, apareixen les característiques dels estímuls que apliquem (intensitat, temps d'aplicació i interval entre ells) a la part inferior de la pantalla. El primer estímul és representat per #1 i el segon per n#2. Els estímuls es representen amb barres rectangulars de color granat.

Aquest enllaç pot ajudar a entendre els conceptes de reobase i cronàxia:

<https://youtu.be/soltBpi3oQk>

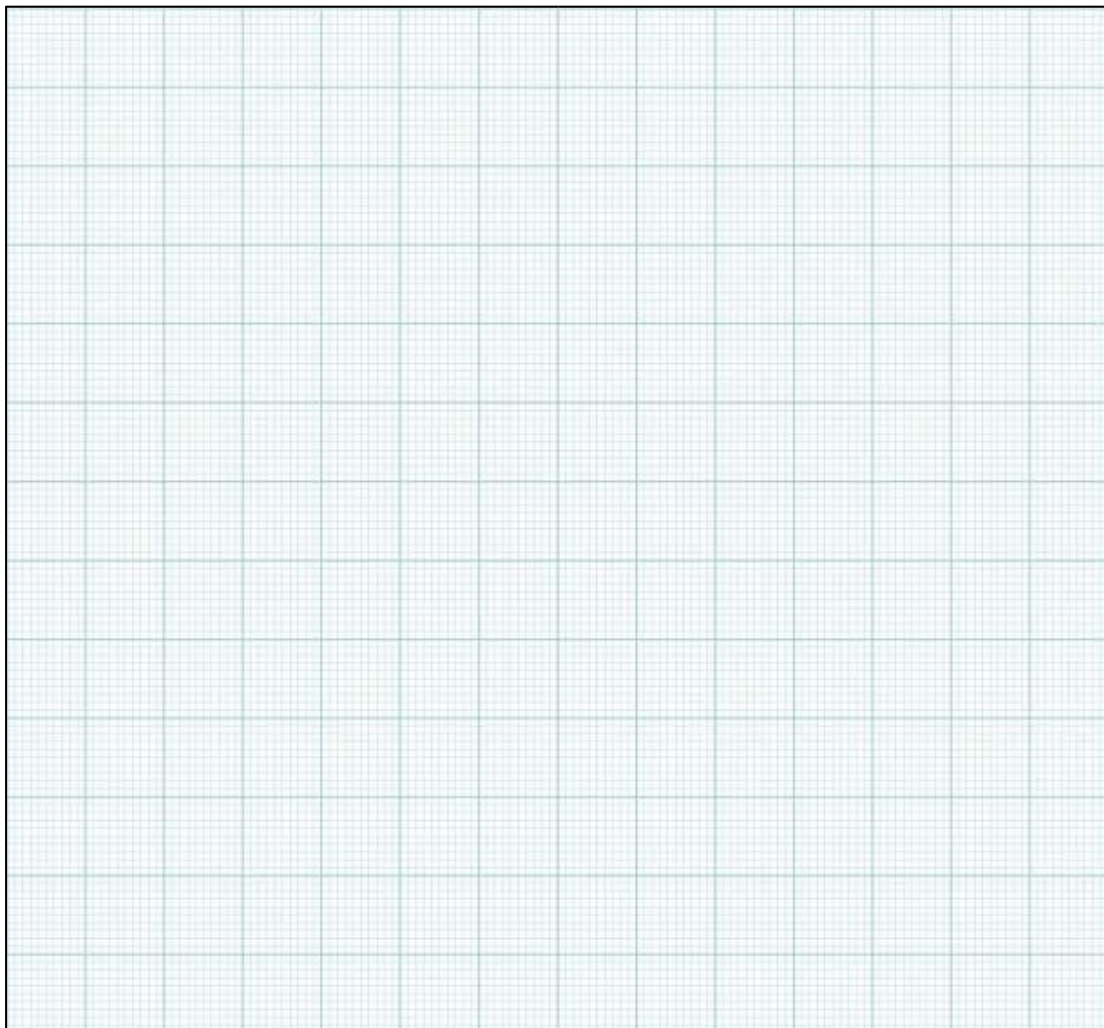
REOBASE:

CRONÀXIA:

PERÍODE REFRACTARI ABSOLUT:

PERÍODE REFRACTARI RELATIU (O TOTAL):

Duració de l'estímul (ms)	Intensitat (mA)
0,06	
0,12	
0,25	
0,50	
1,00	
1,50	
2,00	
6,00	
8,00	
15,00	



SEGONA PRÀCTICA

ANÀLISI DE LA FUNCIO SENSORIAL

En aquesta pràctica i en la següent explorarem el sistema nerviós. Hem dividit l'exploració de manera que en primer lloc analitzarem la funció sensorial i després la motora. La finalitat és valorar les manifestacions subjectives i objectives de determinats estímuls en un pacient normal. Així, els estudiants estaran més ben preparats per a interpretar correctament la resposta alterada que estudiaran posteriorment en assignatures relacionades amb la patologia.

Contingut de la pràctica. S'explora la sensibilitat tàctil, l'estereognòsica, la propioceptiva i la dolorosa. Per a aprofitar la pràctica, l'estudiant ha d'haver repassat especialment els punts següents: fisiologia general de la sensibilitat, sensibilitat mecanoreceptiva tàctil, propioceptiva, dolorosa i tèrmica.

Material necessari i mètode. Usarem objectes punteguts, pinzell, diapasó i algesímetre. Començarem explorant la **sensibilitat tàctil** amb un pinzell i un objecte puntegut. També explorarem l'estereognòsia, que és la facultat que permet reconèixer un objecte per mitjà de la palpació i sense l'ús d'altres sentits. Explorarem com ens adaptem al tacte, fet que depèn del **potencial de receptor**. La sensibilitat tàctil pot ser **protopàtica o epicrítica**, aquesta última es defineix com la capacitat per a discriminar entre dos punts i depèn del **camp de receptor**.

Després explorarem la sensibilitat **propioceptiva** amb el diapasó vibrant sobre un iwent ossi. Podem provar en una zona com la dels turmells. També podem col·locar una part del cos en una determinada posició que el pacient ha d'identificar amb els ulls tancats. Farem el **test de Romberg** (vegeu el manteniment de la postura en un pacient amb els peus junts i els ulls tancats); si manté la postura correctament, és Romberg negatiu.

Finalment, explorarem la **sensibilitat dolorosa** amb l'algesímetre.

En tota l'exploració sensitiva convé comparar sensibilitats de punts **simètrics** del cos. La pràctica es fa per parelles. Cada estudiant anota els resultats obtinguts en el full corresponent.

En la pròxima pràctica continuarem l'exploració motora del sistema nerviós. En els enllaços següents es pot veure com es fa una exploració completa del sistema nerviós:

Part 1: <https://youtu.be/OtwpMf06-eM>

Part 2: <https://youtu.be/kPJySCXgji8>

Part 3: <https://youtu.be/OPGRXnmiPgE>

COGNOMS I NOM: _____

TACTE LLEUGER (desplaçament d'un pèl):

	1	2	3	4	5	Mitjana
Error de localització (mm)						

TACTE (objecte sobre un dit):

Duració de la sensació _____ *segons*

ADAPTACIÓ AL TACTE

Assajos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Errors
Sí											
No											

LOCALITZACIÓ DEL TACTE

Error de localització (mm)	Assaig	ZONA					
		DIT	MÀ	BRAÇ	ESQUENA	CARA	UNA ALTRA PART
1							
2							
3							
4							
5							
Mitjana							

DISCRIMINACIÓ DE DOS PUNTS

Distància mínima per a la discriminació (mm)	Assaig	ZONA					
		DIT	MÀ	BRAÇ	ESQUENA	CARA	UNA ALTRA PART
1							
2							
3							
4							
5							
Mitjana							

Test de Romberg

TERCERA PRÀCTICA

ANÀLISI DE LA FUNCIO MOTORA

En aquesta pràctica aprendrem a explorar la funció motora i a conèixer la resposta fisiològica a diversos estímuls. Treballarem en parelles i valorarem en un pacient normal les manifestacions de determinats estímuls. S'analitzen el to i la força muscular, la coordinació motora, els reflexos tendinosos i cutanis i la marxa.

MATERIAL NECESSARI

1. Martell d'exploració de reflexos
2. Dinamòmetre (de mà)
3. Clau o agulla
4. Llit de reconeixement clínic

MÈTODE

En primer lloc estudiem el **TO MUSCULAR**. Per a fer-ho es recorre a la inspecció de la massa muscular i de la disposició dels membres; es comprova si hi ha simetries i es fa una palpació amb la finalitat de detectar la consistència muscular. Ací és útil també comparar els grups musculars amb els simètrics. La mobilització passiva ens permet comprovar la resistència fisiològica al moviment i l'absència de resistències anòmales (rigidesa, espasticitat i hipotonia). En aquest apartat val la pena fer esment d'alguna **maniobra**, com la de **Stewart-Holmes**, que consisteix a agafar l'avantbraç del pacient al mateix temps que li demanem que el flexione contra la resistència que oposem nosaltres. Si en un moment donat eliminem aquesta resistència, el moviment de flexió pot ser controlat pel pacient, en situació fisiològica, cosa que no ocorre quan hi ha hipotonia muscular.

Per a explorar la **FORÇA MUSCULAR** es demana al pacient que faça moviments en què intervinguen diversos grups musculars i es comparen amb els simètrics (part dreta i esquerra del cos). Fem la **maniobra de Barré del membre superior** indicant al pacient que col·loque en antepulsió ambdós membres superiors per veure si assoleixen el mateix nivell (el pacient ha de tancar els ulls). La mateixa maniobra del membre inferior es fa amb el pacient al llit boca per avall: li demanem que flexione els genolls sense arribar a l'angle recte: **maniobra de Barré del membre inferior**.

Una altra maniobra per a valorar la força muscular global del membre inferior és la **maniobra de Mingazzini**, en la qual es demana al pacient, en decúbit supí, que flexione la cuixa i la cama sobre aquella uns 90° i s'observa si hi ha descens d'un membre respecte de l'altre.

Pot ser útil també l'ús del **dinamòmetre** per a la mà, que donem al pacient i li demanem que tanque la mà amb la màxima força possible; a continuació li demanem que faça el mateix amb l'altra mà i, finalment, es comparen els nivells a què ha arribat amb un membre i amb l'altre.

La **COORDINACIÓ** s'analitza recurrent a les proves **dit-nas, taló-genoll, pronació-supinació** alternativa de les mans, etc. En totes aquestes proves es valora l'execució correcta del moviment i la consecució de l'objectiu (absència de tremolor, resolució en l'execució, sense actitud dubitativa, absència de dismetria).

Prova dit-nas: el pacient, amb els ulls tancats, ha de tocar-se la punta del nas amb el dit índex.

Prova taló-genoll: el pacient ha de portar al genoll el taló del membre oposat.

Respecte a l'estudi dels **REFLEXOS**, cal explorar els següents:

1. Reflexos medul·lars **tendinoperiòstics**, també anomenats **musculars i profunds (miotàtics)**.
2. Reflexos **cutanis (superficials)**.

Cadascun d'aquests reflexos s'explora en ambdós costats per comprovar-ne la similitud. S'explora l'existència o la desaparició del reflex i, també, l'absència de feblesa o l'exageració del reflex. La integritat funcional del reflex advoca en favor de la normalitat funcional de les estructures en què s'integra.

Vegem a continuació una forma d'explorar (n'hi ha més d'una) cadascun dels reflexos esmentats i quina resposta fisiològica tenen.

1. Reflexos miotàtics

a) Aquil·lià: el pacient se situa de quatre grapes sobre una llitera i els peus queden fora de la llitera. Colpegem lleugerament sobre el tendó d'Aquil·les amb el martell d'exploració de reflexos. La resposta normal és la flexió plantar del peu a causa de la contracció dels bessons (que són els músculs prèviament estirats en aquest cas).

b) Rotular (patel·lar, del tendó del quàdriceps): amb el subjecte assegut i les cames penjant, es colpeja sobre el tendó del quàdriceps. La resposta normal és l'extensió del genoll a causa de la contracció del quàdriceps.

c) Bicipital: amb el subjecte descansant el braç sobre l'explorador, aquest colpeja amb el martell d'exploració l'ungla del seu primer dit, que ha d'estar cobrint el tendó del bíceps del pacient a l'altura de la sofraja del colze. La resposta normal és la flexió del colze.

d) Tricipital: amb el pacient descansant el braç sobre l'explorador, es colpeja el tendó del tríceps. La resposta normal és l'extensió del colze.

e) Estiloradial: amb el pacient descansant l'avantbraç sobre l'explorador, es percut sobre l'apòfisi estiloide del radi. La resposta normal és la flexió de la mà.

Aquests reflexos s'integren en la medul·la espinal.

2. Reflexos cutanis

a) Cutaneoplantar: amb el pacient al llit i descalç, li passem lentament per la part externa de la planta del peu un objecte puntegut. La resposta normal és la flexió plantar dels dits. En els xiquets de bolquers, la resposta és la flexió dorsal dels dits (signe de Babinski). El reflex cutaneoplantar normal indica integritat de la via piramidal.

b) Cutaneoabdominal: amb el pacient al llit i l'abdomen descobert, es passa un objecte puntegut per la part lateral de l'abdomen cap a la part mitjana. La resposta normal és la contracció dels músculs de l'abdomen de la part explorada i el desplaçament del melic cap a aquest costat. La resposta normal parla en favor de la integritat de la via piramidal.

Aquests reflexos s'integren en l'escorça cerebral.

Finalment, en l'exploració de l'activitat motora es pot analitzar l'execució correcta de la **MARXA**. S'invita el pacient a caminar pausadament i s'observa el **trajecte recorregut** correcte que li hem indicat, els **moviments dels membres**, tant **inferiors** (absolutament necessaris per a la marxa) com superiors (moviments **associats** a la marxa que han d'aparèixer en la marxa fisiològica), i comprovem si són normals. La marxa normal es dona sempre que estiguen íntegres funcionalment totes les estructures que s'hi relacionen: sistema piramidal, ganglis basals, cerebel, aparell vestibular, vista, medul·la, nervis perifèrics, estructures de l'aparell locomotor, etc.).

FULL DE RESULTATS. PRÀCTICA 3

Nom i cognoms

TO MUSCULAR

DRETA	Cama	Cuixa	Braç	Avantbraç
Inspecció				
Palpació				
Mobilització passiva				

ESQUERRA	Cama	Cuixa	Braç	Avantbraç
Inspecció				
Palpació				
Mobilització passiva				

Valoració relativa entre 1 i 5

Stewart-Holmes (cm de desplaçament) Stewart-Holmes (cm de desplaçament)

FORÇA MUSCULAR

	Dreta	Esquerra
DINAMÒMETRE		

	cm del desnivell que es produeix
BARRÉ. Membre superior	
BARRÉ. Membre inferior	
MINGAZZINI	

COORDINACIÓ

Dreta								Mitjana
Dit-nas								
Taló-genoll								

Esquerra								Mitjana
Dit-nas								
Taló-genoll								

Indiqueu en aquestes proves els cm d'error.

REFLEXOS MIOTÀTICS

DISTÀNCIA DEL DESPLAÇAMENT (cm)	REFLEXOS. PART DRETA					
	Assaig	Aquil·lià	Patel·lar	Bicipital	Tricipital	Estiloradial
	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	Mitjana					

DISTÀNCIA DEL DESPLAÇAMENT (cm)	REFLEXOS. PART ESQUERRA					
	Assaig	Aquil·lià	Patel·lar	Bicipital	Tricipital	Estiloradial
	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
Mitjana						

REFLEXOS CUTANIS

Dreta									Mitjana
Plantar									
Abdominal									

Esquerra									Mitjana
Plantar									
Abdominal									

Indiqueu els cm de desplaçament.

MARXA: indiqueu les alteracions observades.

QUARTA PRÀCTICA

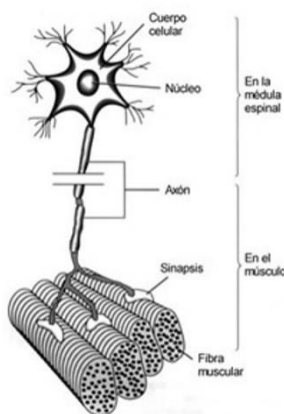
ELECTROMIOGRAFIA

1. OBJECTIU

Aprendre a mesurar l'activitat elèctrica del múscul esquelètic mitjançant un electromiògraf.

2. ELECTROMIOGRAFIA (EMG)

En realitat, l'electromiografia (EMG) no és una única prova diagnòstica, com l'electrocardiografia o l'electroencefalografia. L'EMG engloba diverses proves molt diferents. S'hi pot distingir entre l'**EMG d'agulla** i l'**electroneurografia** o estudi de la conducció nerviosa. Aquesta última es pot registrar tant en un múscul com en un nervi després de l'estimulació, és a dir, que l'EMG d'agulla s'ocupa del registre dels potencials evocats voluntàriament en el múscul i l'electroneurografia, dels potencials evocats tant sobre el múscul com sobre els troncs nerviosos per estimulació, en general elèctrica, sobre els nervis que mantenen la connexió anatòmica o funcional amb la zona de registre.



En aquesta pràctica farem una EMG d'agulla en els músculs bíceps i tríceps. Per evitar fer punxades, la farem amb elèctrodes de superfície.

Recordem que una unitat motora és el conjunt de la motoneurona, amb el seu axó i les ramificacions de l'axó, i de totes les fibres musculars que innerva. Quan la contracció muscular és mínima s'activen poques unitats motores, i a mesura que va augmentant la força de contracció s'activen més unitats motores.

Per a fer l'EMG d'agulla s'introdueix en el múscul l'elèctrode d'agulla i es registra l'activitat del múscul, de primer en repòs, en acabant després de fer una activitat mínima, augmentant el grau de contracció, i finalment amb una contracció màxima. El que veurem en l'enregistrament són els denominats potencials d'unitat motora (PUM). Distingim un cert PUM d'altres que apareixen en un mateix enregistrament per les característiques morfològiques. Fisiològicament, un PUM determinat sempre ha de tenir la mateixa amplitud, la mateixa duració i les mateixes fases.

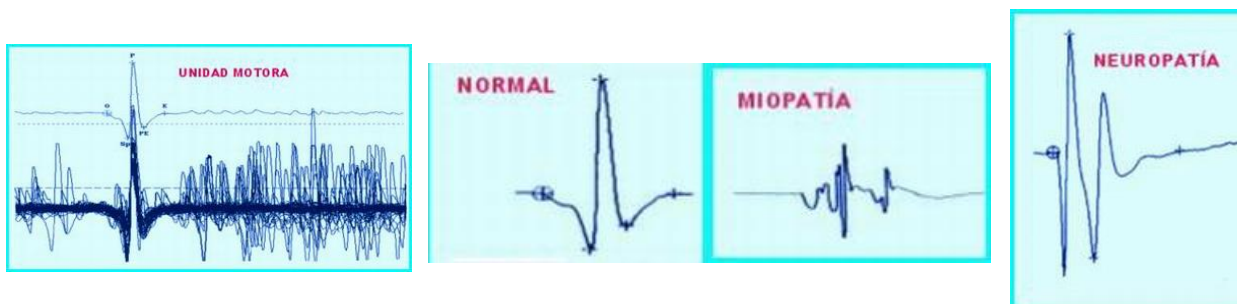
La forma del PUM depèn de la composició de la unitat motora, és a dir, que factors com el nombre de fibres musculars que innerva aquesta motoneurona o el tipus metabòlic d'aquestes fibres musculars afecten la forma dels PUM.

Quan es comencen a reclutar més unitats motores ja no veiem PUM individuals, sinó espigues solapades. Això dona lloc a l'aparició de quatre patrons:

- Patró de silenci elèctric. Quan el múscul està en repòs no hi ha PUM. En una exploració clínica es demana al pacient que comence a contraure el múscul. Llavors apareix l'anomenat patró simple, que consisteix en l'aparició d'un PUM. Si a més el programa informàtic el transforma en so, se senten descàrregues cada vegada que es recluta una unitat motora. Si el pacient va fent progressivament més força, es van reclutant més unitats motores que donen lloc a l'anomenat patró intermedi o mixt, fins que finalment obtenim el patró interferencial, en el qual l'activitat elèctrica del múscul en aquest punt és màxima.

Si tinguérem un pacient amb alguna miopatia, com que hi ha una alteració en les fibres musculars, en fer força apareixeria un reclutament precoç. Per tant, el patró interferencial apareixeria amb esforços menys intensos. A més, no seria molt ampli, per l'alteració en les fibres. Apareix un **patró miopàtic**.

Si el pacient tinguera alguna neuropatia, com que perdria axons, el patró tindria una amplitud augmentada, però seria menys dens, és a dir que no arribaria a ser interferencial per a un esforç màxim. El que ocorre és que les unitats motores que funcionen bé s'han fet més grans a fi de compensar les unitats motores perdudes. Així, una motoneurona ara té moltes fibres, per això el patró té més amplitud. En aquest cas, el pacient no pot reclutar més unitats motores perquè no en té. Apareix un **patró neurogen**.



L'EMG d'agulla permet:

1. Distingir entre lesions de l'SNC i de l'SNP.
2. En patologia neuromuscular, localitzar i quantificar diversos tipus de lesions amb gran exactitud i precisió. Específicament:
 - a) Lesions de la neurona motora de la banya anterior (neuronopaties motores) i de les neurones del gangli raquidi posterior (neuronopaties sensibles).
 - b) Lesions de les arrels motores o sensibles (radiculopaties), dels plexes (plexopaties) i dels troncs nerviosos (lesions trunculars).
 - c) Alteracions de la transmissió neuromuscular i, dins seu, distinció entre trastorns presinàptics i postsinàptics.
 - d) Trastorns primaris del múscul esquelètic (miopaties).

Els estudis de conducció nerviosa es fan en l'activitat clínica estimulants un nervi. Donen informació sobre si la patologia és muscular o nerviosa, si hi ha hagut desmielinització del nervi o si s'han perdut axons.

3. PREPARACIÓ EXPERIMENTAL

MATERIAL

- Sistema PowerLab connectat a un ordinador
- Cable Bio Amp
- Quatre elèctrodes de registre
- Canellera de Velcro® per a presa de terra
- Quatre pesos de dos kg cadascun

PREPARACIÓ DEL PACIENT

- El pacient s'ha de llevar, si en du, polseres i rellotge dels canells.
- Subjecteu fermament la canellera de Velcro® al voltant del canell (la pelussa ha d'estar en contacte amb la pell) i connecteu el terminal de la canellera a la presa de terra.
- Netegeu amb alcohol la pell que cobreix el bíceps. Feu dues petites creus sobre el ventre muscular, alineades segons l'eix major del braç i separades entre si de 2 a 5 cm.
- Connecteu els terminals dels dos elèctrodes als dos orificis del canal 2 (CH₁) del cable Bio Amp (la polaritat no importa).

4. EXERCICIS

4.1. Contracció isotònica

Objectiu

Fer una contracció muscular voluntària isotònica i analitzar l'EMG corresponent.

Desenvolupament

- Subjecte assegut en posició relaxada. El colze que descansa en la taula forma un angle de 90° i mira el palmell de la mà. Amb l'altra mà se subjecta el canell del braç de registre (posició de repòs).
- Seleccioneu la instrucció *Bio Amp...* en el menú desplegable de la funció del canal 3 (bíceps).
- Feu una contracció intensa del bíceps intentant flexionar el braç de registre mentre que l'altre s'oposa a aquest moviment.
- Ajusteu el valor del marge (*range*) en el quadre de diàleg del bioamplificador perquè la màxima resposta elèctrica ocupe la meitat o dos terços de l'escala completa. Premeu el botó *OK*.
- Torneu a la posició de repòs.
- Premeu el botó *Start*. Comença l'enregistrament de dades.
- Feu una contracció intensa del bíceps flexionant el braç de registre fins que el puny arribe al muscle.

- Premeu el botó *Stop*. L'enregistrament es deté.
- Obteniu l'enregistrament complet del moviment efectuat.

4.2. Contracció isomètrica

Objectiu

Fer una contracció muscular voluntària isomètrica amb càrrega creixent i analitzar l'EMG corresponent.

Desenvolupament

- Subjecte assegut en posició relaxada amb el braç estès sobre la taula (posició de repòs).
- Premeu el botó *Start*. Comença l'enregistrament.
- Subjecte dret, amb el colze formant un angle de 90° i el palmell de la mà cap amunt (posició d'elevació contra gravetat).
- Després d'uns quants segons es col·loca un pes de dos kg a la mà i s'enregistra durant 4 o 5 segons. El procés es repeteix afegint-hi peces de dos kg fins a un total de vuit.
- Premeu el botó *Stop*. L'enregistrament es deté.
- Obteniu l'enregistrament de seqüències de dos segons ampliats amb la funció de zoom per al repòs i cadascuna de les càrregues.

4.3. Músculs antagonistes

Objectiu

Examinar l'EMG de músculs antagonistes i el fenomen de la coactivació.

Desenvolupament

- Posem al pacient elèctrodes en el tríceps (connectats al canal 2, CH₂ del cable Bio Amp).
- Despleguem i activem els canals 2 i 4 en la pantalla.
- Pacient assegut en posició relaxada, el colze descansa en la taula, forma un angle de 90° i mira el palmell de la mà. Amb l'altra mà se subjecta el canell del braç de registre (posició de repòs).
- Premeu el botó *Start*. Comença l'enregistrament.
- Es contrau de manera alterna el bíceps i el tríceps tractant enèrgicament de flexionar i estendre el braç de manera alterna. Aquesta acció es repeteix amb un pes de dos kg.
- Enregistrem tres o quatre cicles de flexió-extensió.
- Premem el botó *Stop*. L'enregistrament es deté.
- Obtenim l'enregistrament complet dels cicles.

4.4. Reflex miotàtic

Amb aquesta tècnica podem veure l'activació elèctrica que causa la contracció muscular en el reflex miotàtic. Per a fer-ho, podem col·locar els elèctrodes en el quàdriceps de la mateixa manera que hem indicat abans per al bíceps i el tríceps. Si colpegem suaument el tendó rotular, observarem una contracció reflexa del quàdriceps i l'electromiògraf enregistrarà l'activitat elèctrica prèvia del múscul. També podem induir aquest reflex en el bíceps i el tríceps, tal com s'ha explicat en la tercera pràctica.

5. ANÀLISI I DISCUSSIÓ DE RESULTATS

1. Observeu i compareu les variacions d'activitat elèctrica amb la progressió de les contraccions isotònica i isomètrica.
2. Observeu l'activació dels músculs antagònics en relació amb la flexió-extensió: activació predominant i coactivació.

6. EXEMPLES CLÍNICS

Cal aclarir que l'EMG té so, proporcionat pel programa informàtic (no és vertader), i que ajuda a fer el diagnòstic. Les freqüències més ràpides donen sons més aguts, i les més lentes més greus.

Vídeo 2. POTENCIAL MINIATURA DE PLACA MOTORA

En aquest vídeo veiem l'enregistrament des que comencem a introduir l'agulla en el múscul del pacient. Es veu que la línia de base passa de ser recta a tenir irregularitats. Això ocorre perquè en anar introduint l'agulla es va acostant a la placa motora. Representa els potencials miniatura (recordeu que són els que ocorren en la placa motora a causa de l'acetilcolina que queda romanent després de l'acció de l'acetilcolinesterasa).

Vídeo 6. RECLUTAMENT NORMAL

En primer lloc veiem un únic PUM, i quan el pacient fa més força apareix també un sol PUM, però augmenta la freqüència de descàrrega. Quan la intensitat de força assoleix un llindar determinat es recluta la segona unitat motora.

Vídeo 20. ENRAMPADA (rampa)

En aquest vídeo veiem com comença l'enrampada i després li passa.

Vídeo 21. ENRAMPADA

Pacient amb rampes congènites familiars que augmenten d'intensitat.

Vídeo 24. TREMOLOR

En aquest vídeo veiem un pacient de Parkinson en el qual són típics els brots d'activitat elèctrica amb intervals de silenci.

Vídeo 9. FIBRIL·LACIÓ

Un exemple de fibril·lació és la denervació, en la qual la fibra muscular perd el contacte amb l'axó. És molt característic que la freqüència siga regular.

Vídeo 29. DISMINUCIÓ DEL RECLUTAMENT

Un pacient en el qual hi ha pèrdua de reclutament i s'observa el mateix PUM que augmenta de freqüència intentant fer més força, però no es recluten més unitats motores. Pèrdua d'unitats motores.

Vídeo 30. AUGMENT DE RECLUTAMENT

Amb poca força, moltes unitats motores reclutades. Ocorre en les miopaties.

En l'enllaç següent es pot veure com es fa una electromiografia d'agulla:

<https://youtu.be/5P2fiOU1wRM>

CINQUENA PRÀCTICA

PRESSIÓ ARTERIAL I AUSCULTACIÓ CARDÍACA

Objectius

1. Aprendre a usar el fonendoscopi i l'esfigmomanòmetre i conèixer les parts de què consten.
2. Conèixer les tècniques d'auscultació i determinació de la pressió arterial.
3. Interpretar les dades obtingudes.
4. Conèixer els focus d'auscultació valvular o les zones d'expressió preferent per a cada soroll.
5. Reconèixer els sorolls cardíacs fisiològics.

Contingut

Fer una auscultació cardíaca i prendre la pressió arterial. A continuació s'analitzen les dades obtingudes.

REGISTRE DE LA PRESSIÓ ARTERIAL (PA)

INTRODUCCIÓ

Podem distingir dos grups de mètodes per a la determinació de la PA:

- Mètodes amb els quals s'aborda directament el compartiment arterial per a determinar-ne la pressió (mètodes directes o cruents).
- Mètodes amb els quals no s'aborda el compartiment arterial i el valor de la PA s'obté indirectament (mètodes indirectes o incruents).

MÈTODES DIRECTES

Per a mesurar directament la pressió sanguínia en una artèria o cavitat cardíaca és necessari introduir en la regió que s'estudia un tub obert, no distensible, ple de líquid (habitualment NaCl al 0,9%) que transmeta la pressió fins a un aparell de registre, com el manòmetre de mercuri o els actuals transductors electrònics de pressió.

Aquestes tècniques només s'usen amb finalitats experimentals en determinades proves diagnòstiques o durant operacions quirúrgiques.

MÈTODES INDIRECTES

El mètode indirecte més emprat és el de l'esfigmomanometria. L'instrument, l'esfigmomanòmetre, està compost per una bossa de goma inflable, aplanada, coberta de tela no distensible denominada braçal. La cavitat de la bossa està connectada al manòmetre (que

és el rellotge de lectura de la pressió) i a una pera manual o petita bomba per mitjà d'un tub de goma, de manera que podem insuflar aire a la bossa fins a la pressió que vulguem. Una petita vàlvula que hi ha entre la pera i la bossa permet deixar escapar l'aire i reduir la pressió tant com calga.

Tècnica

El pacient ha d'estar còmodament gitat o assegut i relaxat. Li donem temps perquè es recupere de la tensió emocional o de l'esforç físic. El braç ha d'estar situat a l'altura del cor, nu perquè cal evitar la compressió de la roba sobre el braç. Col·loquem el braçal ben ajustat al braç, a uns tres centímetres per damunt de la sofraja del colze, i ens assegurem que la cambra d'aire ocupe sobretot la part de dins, per on discorre l'artèria humeral.

Mètode palpatori

Insuflem aire al braçal fins que desaparega el pols radial, que es palpa amb la mà esquerra, i a continuació es buida lentament (2 mmHg/s), de manera que el moment en què reapareix el pols correspon aproximadament a la pressió sistòlica o màxima. A mesura que el braçal continua desinflant-se lentament, el pols va adquirint una qualitat de pols que salta, fins que arriba un moment en què adquireix de sobte una qualitat normal i que correspon aproximadament a la pressió diastòlica o mínima.

Mètode auscultatori

Insuflem aire al braçal fins a portar l'agulla del manòmetre uns 15-20 mmHg per damunt del valor de pressió en què desapareix el pols radial. A continuació, amb l'estetoscopi sobre la humeral, en la sofraja del colze, es desinfla lentament el braçal. La pressió sistòlica correspon aproximadament al valor en el qual se sent el primer soroll, i la diastòlica correspon al valor en què se sent l'últim. Aquests sorolls es denominen sorolls de Korotkoff i ocorren pel pas de la sang d'un règim laminar a un de turbulent per la variació del diàmetre del vas. Quan la pressió del braçal és més gran que la sistòlica arterial, l'artèria resta tancada, no hi ha turbulències i, per tant, no se sent cap soroll. Quan la sistòlica és més alta que la pressió a l'interior del braçal, la sang que passa a través de l'artèria humeral ho fa en un règim turbulent i es pot sentir (sorolls de Korotkoff). A mesura que es buida el braçal, aquests sorolls són reemplaçats per un buf, després s'apaguen i, pocs mil·límetres de mercuri més avall, desapareixen per complet perquè la pressió arterial diastòlica és més alta que la pressió de l'interior del braçal. Alguns autors consideren que la pressió diastòlica correspon al moment en què s'apaguen els tons, mentre que d'altres consideren que correspon al moment en què desapareixen. Per evitar discrepàncies, si hi ha molta diferència entre ambdós punts (perquè a vegades no desapareixen els polsos), cal anotar ambdós valors (per exemple: 150/100/85).

Si els batecs de la humeral són difícils de sentir, cosa que és freqüent, el braçal ha de desinflar-se per complet i s'ha d'alçar el braç fins a la vertical perquè drene la sang venosa i la mà hi

ajuda obrint-se i tancant-se unes quantes voltes. Després d'això es torna a prendre la tensió. Aquesta maniobra dona molt bons resultats.

El mètode auscultatori pot donar lloc a diversos errors. Així, ocasionalment, després d'arribar al nivell sistòlic i continuar desinflat el braçal pot haver-hi una discontinuïtat auscultatòria o interval auscultatori (també denominat fenomen del pou) i després d'això es tornen a percebre els batecs, que es poden interpretar erròniament com a corresponents al nivell sistòlic, que és alt. Aquest error s'evita no començant a desinflar el braçal fins a assegurar-se per palpació que el pols radial ha desaparegut. Aquesta palpació evita també l'error contrari, és a dir, que una transmissió dels sorolls arterials que provenen de la part proximal al braçal, com ocorre algunes vegades, s'interprete com una manifestació de la pressió sistòlica, que en realitat és més baixa.

Altres causes d'error són mantenir el braçal inflat molt de temps o no desinflar-lo totalment, els estats d'ansietat del malalt o que no estiga en repòs.

Altres mètodes indirectes

Amb altres mètodes, que consisteixen a usar el braçal oclusiu, s'empren diversos sensors per a detectar els sorolls, les pulsacions o el cabal sanguini sota el braçal pneumàtic:

- Mètode del rubor
- Detectores de pols
- Micròfons
- Ultrasons (efecte Doppler)

Aquesta pàgina mostra com es pren la pressió arterial:

<https://youtu.be/SEiTWsgslQ8>

AUSCULTACIÓ CARDÍACA

Clàssicament s'han considerat quatre focus d'auscultació cardíaca. Com que els sorolls cardíacs primer i segon, que són els normalment audibles amb el fonendoscopi, tenen components valvulars evidents i importants, s'han buscat els punts o focus de la paret anterior toràcica que, si bé no representen focus o zones de projecció anatòmica exacta de les vàlvules cardíacaes, són llocs on es perceben millor els sorolls cardíacs, la qual cosa no vol dir que en cadascun dels focus d'auscultació se senta només el soroll que produeix una sola vàlvula, sinó que el soroll valvular que s'hi sent més intensament és el que produeix la vàlvula el focus de la qual auscultem.

Els focus d'auscultació són:

1. Focus mitral, situat en la intersecció de la línia medioclavicular esquerra amb el quart espai intercostal esquerre. Zona del batec apical o batec de la punta.
2. Focus aòrtic, situat en la intersecció del segon espai intercostal dret i de la línia paraesternal del mateix costat. A més, també hi ha el denominat focus aòrtic accessori o secundari (zona d'Erb), situat en la intersecció del tercer espai intercostal esquerre i la línia paraesternal del mateix costat.
3. Focus tricúspide, situat en l'apèndix xifoide o en la sisena articulació condrocòstal dreta.
4. Focus pulmonar, situat en la intersecció del segon espai intercostal esquerre i la línia paraesternal del mateix costat.

No obstant això, malgrat el que hem dit, en la literatura mèdica hi ha altres zones d'auscultació. Així, Luisiada estableix les zones d'auscultació següents: ventriculars (dreta i esquerra), auriculars (esquerra i dreta), aòrtiques (arrel i toràcica descendent) i pulmonar, recollides i explicades en diversos llibres de text.

MATERIAL NECESSARI

1. Llit clínic de reconeixement
2. Llençol
3. Estetoscopi biauricular flexible o fonendoscopi

A continuació farem una descripció succinta de l'estetoscopi.

Parts de què consta el fonendoscopi o estetoscopi biauricular

Peces auriculars: tant el disseny com el material han de permetre introduir els conductes del giny en els conductes auditius a fi que no sentim un altre tipus de sorolls diferents dels de l'auscultació.

Tubs: han de ser flexibles, d'una longitud aproximada de 25 cm i d'un diàmetre interior d'uns 0,32 cm.

Campana: aquesta part de l'estetoscopi té la finalitat de permetre la millor audició dels sorolls més greus.

Diafragma o membrana: permet fer una auscultació millor dels sorolls de freqüències altes.

Sobre l'estetoscopi cal dir que, si bé n'hi ha nombrosos tipus, el que normalment s'usa en l'activitat clínica, tant per a l'auscultació cardíaca com per a la respiratòria, és l'estetoscopi

biauricular flexible, que és el que acabem de descriure succintament. L'ús dels estetoscòpis rígids modificats se circumscriu en l'actualitat a l'àmbit ginecològic.

TÈCNICA

La posició que s'ha d'adoptar per a ser auscultat ha de ser gitat sobre l'esquena i lleugerament incorporat. En alguns casos, amb la finalitat de fer més clars alguns sorolls, es poden adoptar altres posicions, com ara la de decúbit lateral dret, decúbit lateral esquerre, assegut amb el cos tirat cap avant, etc.

Després d'adoptar la posició que creguem més adequada i estant el pacient tan tranquil i relaxat com siga possible, fem l'auscultació cardíaca en cadascun dels focus esmentats. Per a fer aquesta pràctica recomanem seguir els passos següents:

1. Auscultem amb el diafragma en primer lloc i amb la campana després o viceversa en un determinat focus i parant atenció als dos sorolls cardíacs. A continuació centrem l'atenció en un soroll i després en l'altre i acabem amb l'auscultació atenta, altra vegada, d'ambdós sorolls cardíacs conjuntament.
2. Repetim el procediment en els altres focus d'auscultació.
3. Repetim l'exploració en apnea respiratòria (inspiratòria i expiratòria) amb la finalitat de detectar desdoblaments dels sorolls.
4. Fem una auscultació després de l'execució d'exercici físic amb la finalitat de reconèixer molt més clarament alguns sorolls deguts a l'activitat cardíaca i que se senten millor amb aquesta maniobra (per l'augment d'intensitat).

PRÀCTICA SISENA

EXPLORACIÓ DE L'APARELL RESPIRATORI

Objectius

Reconèixer en l'auscultació els sorolls ventilatoris fisiològics en diverses àrees d'auscultació, conèixer el maneig de l'espírometre per a usar-lo en la determinació de les capacitats i els volums pulmonars i analitzar la morfologia dels traçats obtinguts. Establir les bases fisiològiques per a la interpretació de la patologia en estudis posteriors.

Contingut

Operacions que cal fer amb un pacient normal: 1. L'auscultació amb un fonendoscopi dels sorolls normals en diverses zones d'auscultació i analitzar les característiques de cadascun; 2. Un espirograma per a obtenir i mesurar diversos paràmetres (volums: corrent, inspiratori i expiratori de reserva, expiratori màxim per segon (FEV₁), capacitat vital i freqüència ventilatòria).

AUSCULTACIÓ PULMONAR

MATERIAL

1. Llit clínic de reconeixement
2. Llençol
3. Estetoscopi biauricular flexible o fonendoscopi

TÈCNICA

Invitem el pacient a descobrir les zones corresponents dels camps pulmonars. La posició que ha d'adoptar per a ser auscultat és assegut i lleugerament tirat cap avant, braços plegats i colzes recolzats sobre els genolls o en posició ortostàtica. Li indiquem que respire normalment, és a dir, com sol fer-ho, sense forçar la inspiració ni l'expiració, llevat que es requerisca fer aquestes maniobres.

Després d'adoptar la posició que creguem adequada i estant el pacient tan tranquil i relaxat com siga possible, fem l'auscultació pulmonar. Per a fer aquesta pràctica recomanem seguir l'ordre següent:

1. Auscultar en primer lloc amb el diafragma i després amb la campana o viceversa en un punt determinat prestant atenció als sorolls que es produeixen tant en la inspiració com en l'expiració.

2. Auscultar un cert punt en un camp pulmonar i a continuació l'homòleg en l'altre camp pulmonar.

Per auscultació, a més de les vibracions vocals, podem distingir els anomenats **sorolls ventilatoris normals**.

a) Soroll respiratori normal (denominat clàssicament murmur vesicular), que és un so quasi exclusivament inspiratori, suau i de tonalitat baixa. Té, en conjunt, dos components: l'inspiratori (més llarg i intens), degut a la distensió brusca dels alvèols pulmonars per l'entrada d'aire, i l'expiratori (més curt i menys intens), que representa el vestigi del component inspiratori del buf traqueobronquial. Les zones de màxima intensitat són els dos primers espais intercostals, la regió escapulovertebral i les regions axil·lars.

b) El soroll respiratori traqueal (denominat clàssicament buf traqueobronquial), és intens, aspre, de to elevat, audible en les dues fases de la ventilació (però és preferentment expiratori), amb una pausa ben marcada entre ambdues fases. L'origen del component inspiratori és la vibració dels esperons traqueobronquials pel pas de l'aire a través de la glotis. El component expiratori ocorre per la vibració sonora que es produeix en passar l'aire d'un bronqui a un altre de calibre més gros.

En l'enllaç següent hi ha un vídeo sobre l'auscultació respiratòria que han fet els professors de l'assignatura:

Auscultació respiratòria:

<https://youtu.be/WX9eheBejk4>

ESPIROMETRIA

Material

- Filtres d'un sol ús
- Pinça nasal
- Espiròmetre

L'espírometre més antic és el denominat **gasòmetre**, a l'interior del qual el pacient expirava després d'haver inspirat l'aire lliure. Avui no s'usa.

L'espírometre de Hutchinson va ser el que s'usà després. Consisteix en una campana metàl·lica, lleugera, perfectament equilibrada mitjançant contrapesos, que s'inverteix sobre un recipient amb aigua. En la inspiració, el pacient pren aire de l'interior de la campana i aquesta descendeix. En l'expiració es fa l'operació inversa. El desplaçament de la campana i, per tant, els volums gasosos mobilitzats, es poden llegir en una escala graduada.

Avui dia s'usen espírometres electrònics amb turbines que detecten el flux i el volum d'aire.

Podem diferenciar dos tipus d'espírometria: la simple o lenta, amb la qual registrem el volum d'aire mobilitzat, però no registrem el temps que tardem a fer la maniobra; i l'espírometria forçada, amb la qual registrem el volum i el temps.

Així doncs, l'espírometria ens proporciona els paràmetres següents:

- Volum corrent (VC)
- Volum de reserva inspiratòria (VRI)
- Volum de reserva expiratòria (VRE)
- Volum expiratori màxim en el primer segon (VEMS)
- Freqüència ventilatòria
- Índex de Tiffeneau
- Capacitat vital (CV)

Elements que no es poden mesurar per espírometria:

- El volum residual (VR)
- La capacitat funcional pulmonar total (CPT)

Mètode

El pacient ha d'estar tan relaxat com siga possible. El broquet de l'espiròmetre s'ha de col·locar entre els llavis ben ajustat hermèticament (el broquet ha de ser individual; es prepara en presència del pacient o es deixa que ell mateix el manipule). A continuació ha de col·locar-se correctament la pinça nasal i comencem a fer la prova. L'actitud de qui ha de fer l'exploració és fonamental per a l'èxit de la prova. S'han de donar ordres enèrgiques durant la prova al pacient i avisar-lo abans.

Vídeo dels professors de l'assignatura sobre com s'ha de fer la prova i sobre la interpretació dels resultats:

Espirometria simple:

<https://youtu.be/vQdFOMNhdo>

Espirometria forçada:

<https://youtu.be/1geCfx3r-9l>

Conceptes importants

VOLUMS PULMONARS

VOLUM CORRENT o de ventilació pulmonar. Volum de l'aire inspirat i expirat en cada respiració normal. En un adult normal sol ser d'uns 500 ml.

VOLUM DE RESERVA INSPIRATÒRIA. Volum d'aire que es pot inspirar després d'una inspiració normal. Sol ser de 2.500-3.000 ml, aproximadament.

VOLUM DE RESERVA EXPIRATÒRIA. Volum d'aire que es pot expirar després d'una expiració normal. En l'adult normal és d'uns 1.200 ml.

VOLUM RESIDUAL. Volum d'aire que queda en els pulmons després d'una expiració forçada. És de 1.200 ml, aproximadament (no es pot mesurar per espirometria).

Aquests quatre volums sumats igualen el volum màxim de l'expansió pulmonar.

La combinació de dos o més d'aquests volums proporcionen les denominades capacitats pulmonars.

CAPACITATS PULMONARS

Estan formades per dos o més volums pulmonars.

CAPACITAT VITAL. És el volum de reserva inspiratòria més el volum de ventilació pulmonar i el volum de reserva expiratòria.

$$CV = (VIR + VC + VER) = 4.600 \text{ ml aprox.}$$

CAPACITAT INSPIRATÒRIA. És el volum de ventilació pulmonar més el volum de reserva inspiratòria.

$$CI = (VC + VRI)$$

És d'uns 3.500 ml.

CAPACITAT PULMONAR TOTAL. És el volum màxim a què poden arribar els pulmons amb el màxim esforç inspiratori.

$$CPT = (VC + VRE + VRI + VR) = 5.400-5.800 \text{ ml}$$

CAPACITAT FUNCIONAL RESIDUAL. És la quantitat d'aire que queda als pulmons al final d'una expiració normal.

$$CFR = (VR + VRE) = 2.300 \text{ ml}$$

En la dona, tots aquests volums i capacitats pulmonars són aproximadament un 20%-25% més baixos que els de l'home.