



ESTUDI DE LA FLEXIBILITAT

PUC MILLORAR LA MEVA FLEXIBILITAT?



AIDA GARCIA DE LA TORRE
ESCOLA LA GINESTA

TUTOR: XAVIER CARRERAS
CURS 2017/2018

ÍNDEX

1. Introducció i presentació	p. 3
2. Marc teòric:	p. 5
2.1. Múscul: Propietats i tipus	p. 5
2.2. Organització	p. 11
2.3. Mobilitat	p. 14
2.4. Estiraments	p. 17
2.5. Orígens de l'entrenament de la flexibilitat	p. 20
2.6. Patologies	p. 21
3. Marc pràctic:	p. 23
3.1. Exercici proposat	p. 25
3.2. Sistema de mesura	p. 25
3.3. Condicionaments	p. 26
3.4. Músculs implicats	p. 28
3.5. Dades experimentals	p. 30
3.6. Representació gràfica de les dades	p. 36
4. Conclusions	p. 40
5. Annexos	p. 42
6. Bibliografia	p. 43

1. INTRODUCCIÓ I PRESENTACIÓ

Des de sempre m'ha atret el món de la medicina i la biologia, i en un futur, és al que m'agradaria dedicar-me, ja que és un camp que m'interessa i m'agrada molt. Per això, tot tema que entri en aquest camp em sembla interessant, i no em costa estudiar.

Va ser l'any passat quan vaig començar a pensar sobre aquest treball, i la decisió era complicada. Tenia moltes idees i poques clares. Vaig pensar en el càncer o en alguna altra malaltia greu, però, se'm va ocórrer pensar en allò que forma part de nosaltres, allò que som, allò que si pateix patologies pot canviar totalment de forma; vaig pensar en els músculs i en les seves patologies.

De manera que vaig arribar a pensar en com podria fer la part pràctica d'aquest treball i crear la hipòtesi a partir de les propietats dels músculs i totes les capacitats que podem arribar a obtenir a partir d'un entrenament previ d'aquests. Així, va ser com em vaig decidir a obtenir aquesta part pràctica, i com després, a partir de la musculatura humana, va ser quan vaig desenvolupar la part teòrica, incloent un punt d'anatomia patològica (patologies o alteracions), que em criden molt l'atenció.

Així doncs, l'anatomia humana ha estat un misteri al llarg dels anys per tots els humans que s'interessaven per ella i la estudiaven. Com ja es sap, avui dia encara no arribem a ser conscients del tot de la complexitat i grans capacitats que té aquesta.

En sabem que l'estudi d'aquesta es jerarquitzava en diferents nivells a partir dels seus sistemes. Del qual, un sistema esdevé un conjunt d'òrgans que s'encarreguen de realitzar una funció determinada, així, els sistemes estan formats per òrgans, formats per cèl·lules que mantenen un diferent origen cel·lular.

En canvi, un aparell es defineix com un conjunt d'òrgans que compleixen una funció específica però les cèl·lules d'aquests mantenen un origen comú.

També sabem que dins dels òrgans en trobem els teixits, constituïts per cèl·lules. Cèl·lules composades per molècules, molècules composades per conjunts d'àtoms... Aquesta cadena és immensa i complexa, amb moltes propietats i funcions, que continua fins a acabar en la unitat més petita i indivisible, que són els àtoms.

Però, realment, què són els músculs? Son òrgans? Teixits? Cèl·lules? Com és que ens proporcionen mobilitat? Existeixen atrofies musculars? Com en podem obtenir flexibilitat a partir d'aquests? I elasticitat?

A partir de l'elaboració d'aquest projecte, es resolen totes aquestes preguntes i s'aprofundeix en el tema de la flexibilitat muscular.

Per realitzar aquest treball he obtingut informació teòrica provinent d'internet i d'altres fonts bibliogràfics.

A més a més, s'han requerit unes dades experimentals provinents de l'execució d'un exercici que posa a prova aquesta flexibilitat, mitjançant les quals es troba resposta a la pregunta: puc millorar la flexibilitat dels meus músculs?

L'objectiu d'aquest projecte és assolir una resposta a una pregunta o hipòtesis plantejada prèviament, i en aquest cas, aquesta es presenta de la següent manera: Sóc capaç de millorar la meua flexibilitat? Com puc fer-ho?

Per tal d'obtenir-ne una resposta, s'ha utilitzat un exercici de flexibilitat del qual, s'han anat observant diferents resultats que han estat estudiats, mitjançant els quals a partir d'una gràfica s'observa si finalment, aquesta pregunta plantejada és verificada o no.

L'exercici corresponent a la part pràctica del projecte es basa en una activitat on has d'intentar tocar-te els dits dels peus amb els de les mans recolzant-te a la paret durant 2 setmanes seguides, elaborant així 10 reproduccions diàries.

Aquest, s'ha encarregat de mostrar uns resultats dels quals es pot observar que la hipòtesis plantejada es compleix, ja que a mesura que vas realitzant les repeticions (independentment dels propis condicionaments), arribaràs a reduir aquesta distància inicial o fins i tot a tocar els teus dits dels peus.

2. MARC TEÒRIC

2.1 Músculs: Propietats i tipus

El sistema muscular permet que l'esquelet es mogui i es mantingui ferm, donant així forma al cos. Els músculs són controlats pel sistema nerviós, encara que d'altres poden actuar de forma autònoma, i funcionen coordinadament per a dur a terme aquestes tasques.

Per tant, en diem que els músculs són teixits del cos humà formats per l'agrupació d'uns filaments molt fins anomenats fibres musculars, que es poden contraure o estendre durant els moviments corporals. Aquestes fibres són les que realment porten a terme les contraccions dels músculs, que donen lloc al moviment, ja que els músculs tenen la missió de permetre el moviment del cos, per la qual cosa es troben enganxats als óssos mitjançant els tendons.

Existeixen, aproximadament, 656 músculs diferents en el cos humà i es classifiquen en tres tipus:

1. **Múscul lliis:** És aquell que es troba situat als vasos sanguinis, el tracte respiratori, l'iris dels ulls i el tracte gastrointestinal. Funciona per alterar l'activitat de diverses parts del cos per satisfer les necessitats del cos en aquell moment. On, les contraccions són lentes, uniformes i involuntàries, és a dir, no depenen de la nostra voluntat i es contrauen quan ho han de fer sense que nosaltres ens donem compte. Com per exemple els presents a nivell de l'estómac. Aquests músculs estan formats quasi bé per fibres vermelles, per tal d'evitar el seu cansament

- En podem trobar diferents exemples de músculs llisos com el diafragma que ens ajuda a respirar o les parpelles que lubriquen els ulls.

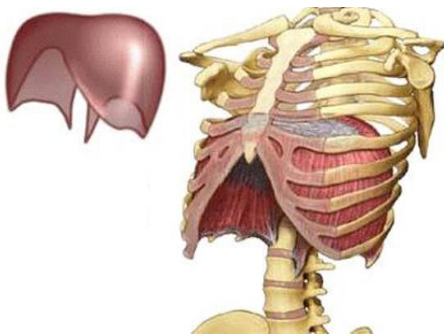


Figura 1: Exemple de múscul lliis, corresponent al del diafragma, que s'encarrega de dur a terme la respiració.

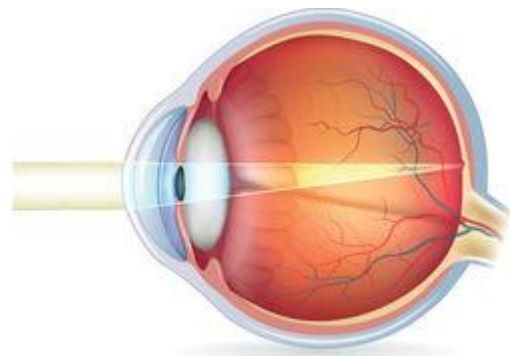


Figura 2: Exemple de múscul lliis, corresponent al múscul que s'encarrega de lubricar els ulls.

2. **Músculs esquelètics:** És aquell que s'encarrega de connectar diverses parts de l'esquelet a través d'un o més tendons del teixit connectiu. L'activació és conscient i voluntària a través de senyals transportades als músculs a través dels nervis, gràcies a una ordre directe del cervell. I, durant la contracció muscular, el múscul esquelètic s'escurça i mou les diverses parts de l'esquelet on a través de l'activació gradual dels músculs, la velocitat i la suavitat del moviment es poden ajustar. En aquests músculs hi ha una part important de fibres blanques que li permeten fer el moviment amb velocitat i força.

- En podem trobar diferents exemples de músculs esquelètics com els bessons, el quàdriceps, el tríceps, etc.

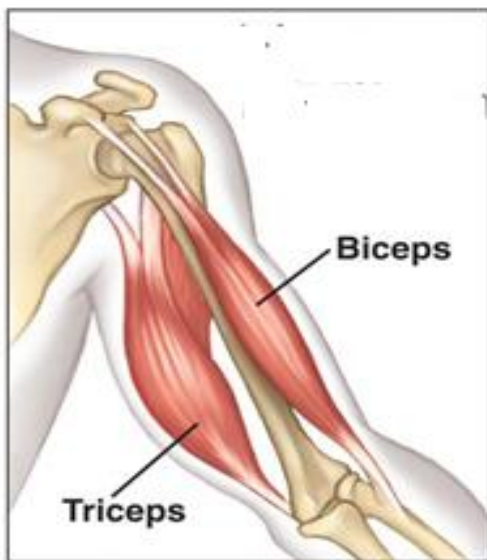


Figura 3: Exemple de múscul esquelètic, el bíceps i tríceps.

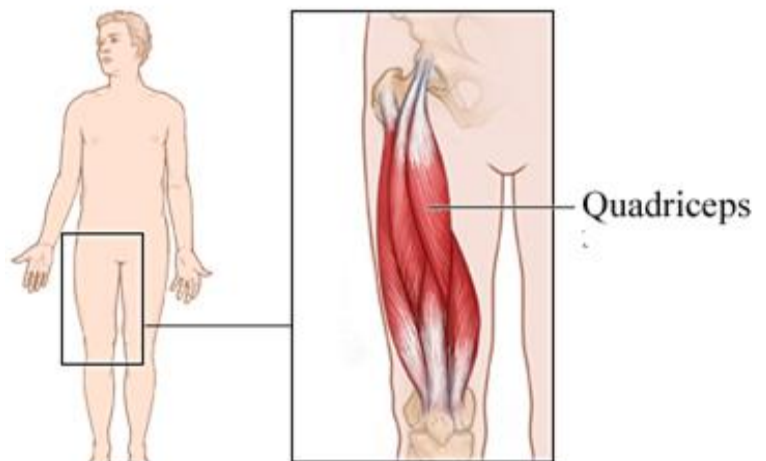


Figura 4: Exemple de múscul esquelètic, el quàdriceps.

3. **Múscul cardíac:** És aquell amb característiques tant del múscul esquelètic com del llis. S'encarrega de proporcionar l'activitat contràctil del cor, on aquesta pot ser gradual. I, l'activitat del múscul cardíac es involuntària. Formats en gran part per fibres blanques que li donen força, i alhora, resistència.

- El clar de múscul cardíac és el cor.

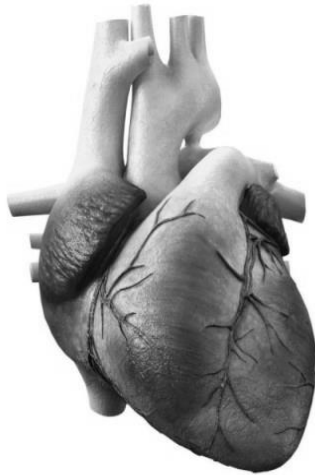


Figura 5: Exemple de múscul cardíac, el cor.

Ahora, podem dir que els músculs també es poden classificar segons la seva forma:

1. **Músculs fusiformes:** Aquells músculs allargats que són amples al centre i estrets als extrems. Aquests solen tenir forma de fus.

- Un exemple clar de múscul fusiforme són els bíceps.

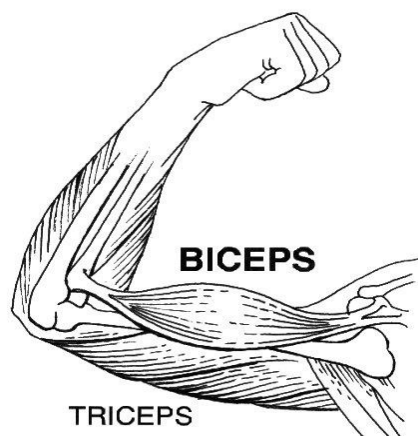


Figura 6: Exemple de múscul fusiforme, el bíceps.

2. **Músculs paral·lels:** Aquells músculs caracteritzats per ser allargats i en forma de tira, dels quals les fibres es disposen paral·leles les unes a les altres.

- Un exemple clar de múscul paral·lel és el sartori o el recte major del abdomen.

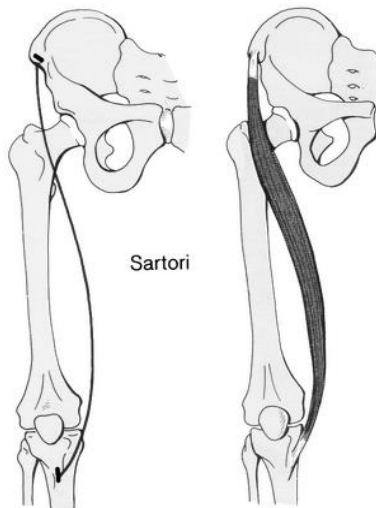


Figura 7: Exemple de múscul paral·lel, el sartori.

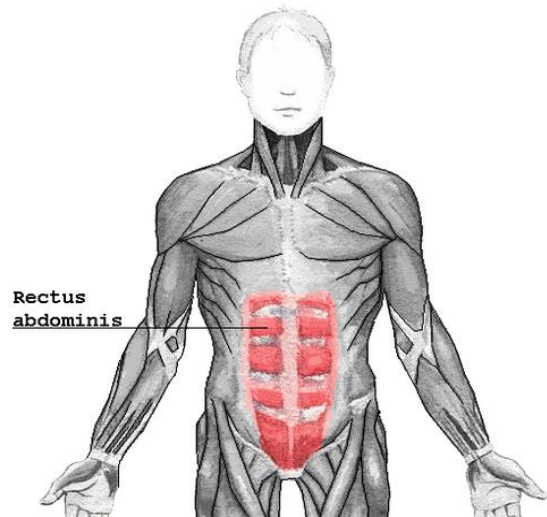


Figura 8: Exemple de múscul paral·lel, el recte major del abdomen.

3. **Músculs convergents:** Aquells músculs caracteritzats per soler ser plans on les fibres no son paral·leles i, aleshores, aquestes poden tirar en diferents direccions en comptes de fer-ho totes cap a la mateixa.

- Un exemple clar de múscul convergent és el pectoral major i el deltoide posterior.

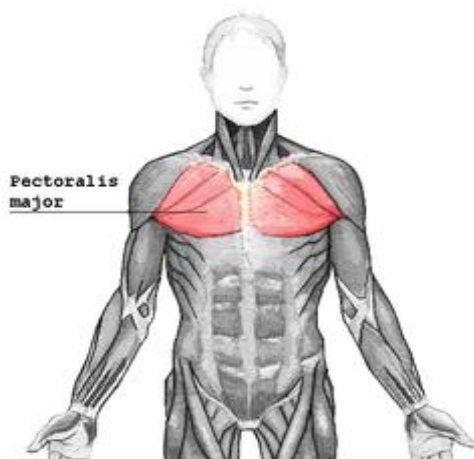


Figura 9: Exemple de múscul convergent, el pectoral major.

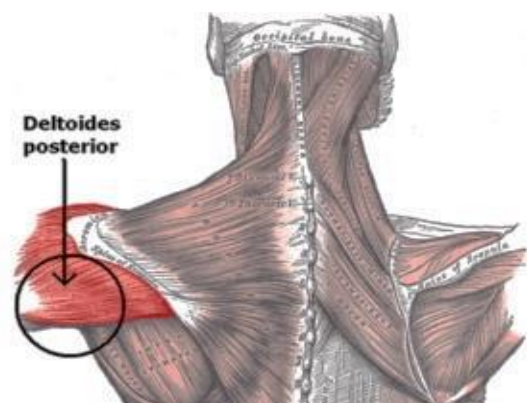


Figura 10: Exemple de múscul convergent, el deltoide posterior.

4. **Músculs pinnats:** Aquells caracteritzats per tenir una sèrie de fibres curtes, paral·leles i en forma de ploma que s'estenen diagonalment des d'un sol costat d'un tendó llarg central.

- Un exemple del múscul pinnat és el tibial posterior o el extensor comú dels dits del peu.



Figura 11: Exemple de múscul pinnat, el tibial posterior.

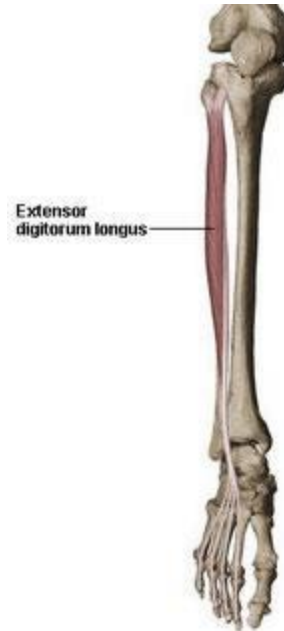


Figura 12: Exemple de múscul pinnat, el extensor comú dels dits del peu.

5. **Músculs bipinnats:** Aquells músculs caracteritzats per tenir fibres nascudes i esteses diagonalment en pars des de dos costats d'un tendó localitzat al centre.

- Un exemple de múscul bipinnat és el flexor llarg del hallux, que correspon al dit gras del peu.

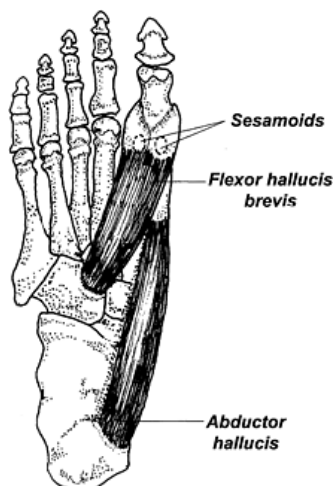


Figura 13: Exemple de múscul bipinnat, el flexor llarg del hallux.

6. **Múscul multi pinnat:** Aquells músculs caracteritzats per la presència de varis tendons on les seves fibres musculars corren diagonalment i convergent entre els tendons presents.

➤ Un exemple d'aquests en són els deltoïdes.

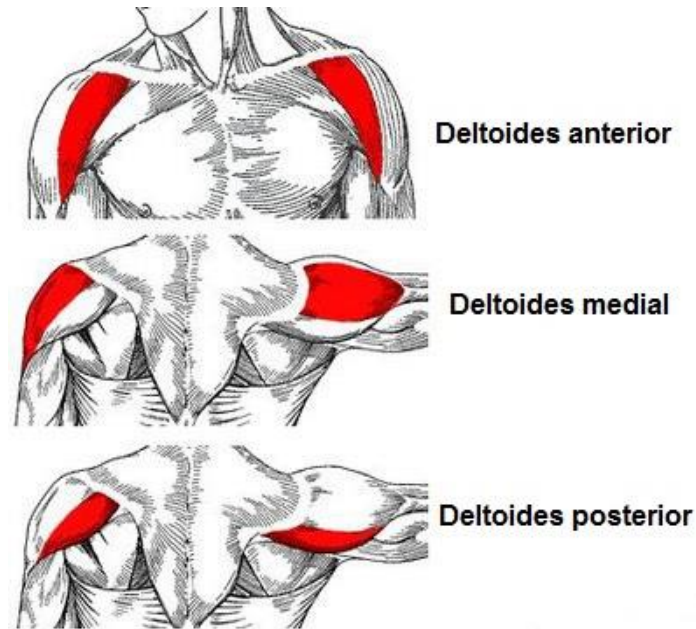


Figura 14: Exemple de múscul multi pinnat, el deltoïdes.

7. **Múscul circular:** Reben el nom d'esfínters, tenen forma d'anell i tanquen i obren diferents conductes del nostre cos.

➤ Un exemple és la bufeta urinària o l'anus.

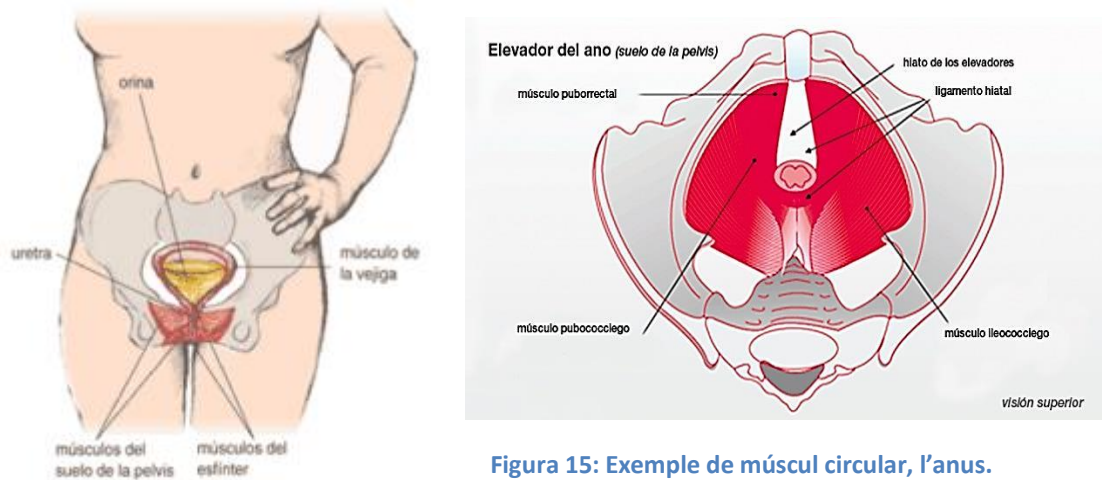


Figura 15: Exemple de múscul circular, l'anus.

Figura 14: Exemple de múscul circular, la bufeta urinària.

2.2 Organització

El nostre cos, com el d'altres mamífers, presenta una complexitat increïble. Els milions de cèl·lules que el formen estan organitzades en cèl·lules, teixits, òrgans, aparells i sistemes, els quals es coordinen per poder dur a terme totes les funcions vitals i viure.

Entre els milions de cèl·lules que hi ha al cos, existeixen cèl·lules musculars anomenades *fibres musculars*. L'agrupació d'aquests filaments és el que s'encarrega de formar el múscul, i així, permetre les contraccions, donant lloc al moviment.

Hi ha dos tipus de fibres musculars: les fibres blanques, que són aquelles de contracció ràpida i que es cansen molt fàcilment, que donen velocitat i força. Per això, a més fibres blanques, més forts i ràpids som. Per altra banda, tenim les fibres vermelles, que són de contracció lenta però triguen més en cansar-se. Ens donen resistència davant dels esforços. El nostre cos es capaç de fabricar fibres vermelles amb un entrenament adequat per tal d'augmentar la nostra resistència, però, per contra, el nombre de fibres blanques que podríem aconseguir seria molt petit.

La unió de fibres genera el que es coneix com teixit muscular, que s'encarreguen de produir la contracció muscular i com ja s'ha dit, hi ha tres tipus del teixit muscular: el teixit esquelètic, cardíac i llis.

Seguidament, tenim que l'agrupació d'aquests teixits musculars formen els músculs, que es poden contraure o estendre durant els moviments corporals.

I, finalment, el conjunt dels més de 600 músculs del cos, la funció dels quals és generar moviment, tant voluntari com involuntari, és el que coneixem com sistema muscular. En conseqüència, a partir de la unió d'aquest sistema muscular i d'altres com el sistema osteo-articular, n'obtenim diferents aparells, com en aquest cas, l'aparell locomotor.

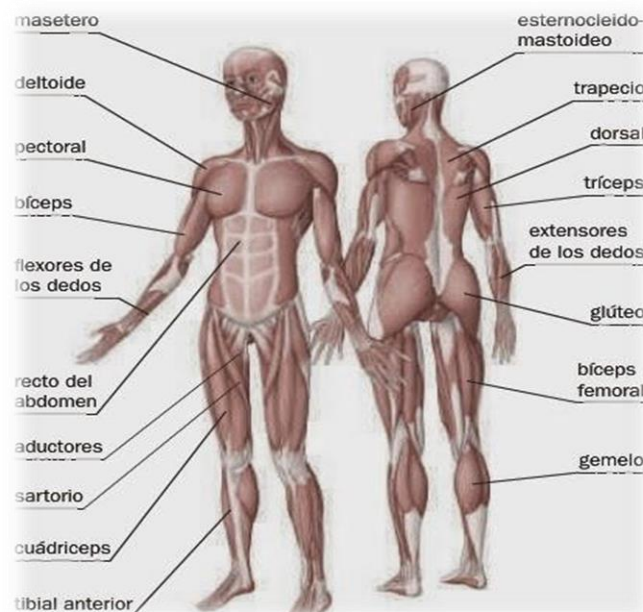


Figura 16: Conjunt de tots els músculs existents al cos humà.

Un cop entesa la part organitzadora de les cèl·lules musculars, cal conèixer bé com són aquestes i quines parts les conformen.

Un múscul per si mateix és format per uns fascicles envoltats i separats els uns dels altres per l'**epimisi**, un teixit connectiu fibrós; aquests fascicles estan un altre cop dividits en altres fascicles envoltats per una altra capa de teixit connectiu anomenada **perimisi**, el qual conté feixos de fibres musculars. Una fibra muscular està formada, altrament, per feixos de miofibril·la envoltats de teixit conjuntiu anomenat **endomisi**.

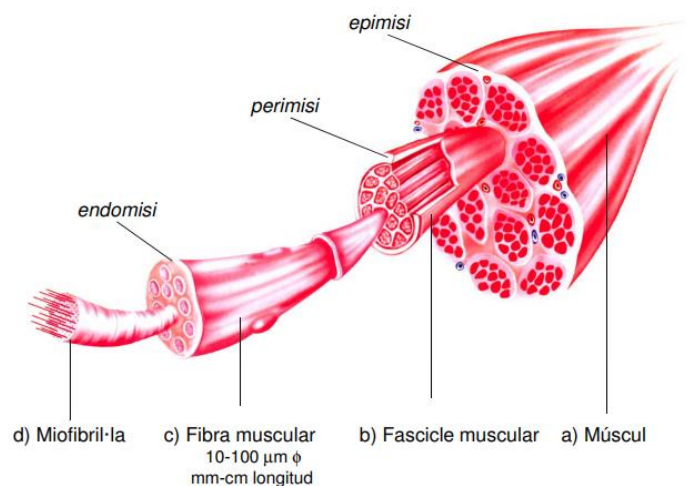


Figura 17: Organització d'un múscul

Una miofibril·la és una estructura contràctil que travessa les cèl·lules de teixit muscular i els dóna la propietat de contracció i elasticitat, la qual permet dur a terme els moviments característics del múscul.

Cada fibra muscular conté varis centenars o milers de miofibril·les. Cada miofibril·la conté miofilaments, amb uns 1500 filaments de miosina i 3000 filaments d'actina. Aquestes són molècules de proteïnes polimeritzades a les quals correspon el paper de la contracció.

Dit això, com funcionen totes aquestes estructures quan la unitat motora rep l'ordre per a que el múscul s'exerciti?

Quan el múscul rep l'ordre de contraure's, totes i cada una de les fibres ho fan lliscant unes a sobre de les altres, de manera que sumant el moviment de totes elles, s'aconsegueix fer el moviment. Per això, com més gran sigui el múscul, més força podrà fer.

El fet de lliscar és possible gràcies als filaments d'actina i miosina. Quan aquests llisquen entre ells, es produeix l'escurçament del sarcòmer, que és un agrupament de filaments d'actina i miosina que actuen conjuntament, i com que això passa a tots els sarcòmers de la fibra, i a totes les fibres del mateix múscul; la conseqüència és l'escurçament de tot el múscul, és a dir, la seva **contracció**.

2.3 Mobilitat

Com ja sabem, els músculs del nostre cos són òrgans tous formats per fibres capaços de contraure's o estendre's, i que poden moure els ossos i permetre fer funcionar els òrgans vitals. A més, sabem que tenim mobilitat gràcies a ells i també s'encarreguen de protegir òrgans, ossos i articulacions. A més a més, en petita càrrega, s'encarreguen d'escalfar el nostre cos.

Els músculs solament realitzen força al contreure's, i aquest fet és el que s'encarregarà d'aportar moviment, ja que per realitzar un moviment concret, ha d'existir un múscul principal, encarregat de fer-ho. Aquest múscul s'anomena agonista.

Però, per a cada moviment, han d'existir un o varis músculs encarregats de fer el moviment contrari, es a dir, desfer aquell moviment principal, alhora que es relaxa el múscul agonista. Aquests altres que fan el moviment contrari s'anomenen músculs antagonistes. Per tant, parlem d'una coordinació muscular. És a dir, és la pròpia coordinació dels nostres músculs els que s'encarreguen de produir moviment.

Existeixen diferents tipus de moviments musculars:

- **La Flexió:** Moviment pel qual els ossos o altres parts del cos s'aproximen entre si, i, produeixen escurçament del múscul.



Figura 18: Com es produeix la flexió.

- **L'Extensió:** Moviment pel qual es produeix una separació entre els ossos i altres parts del cos, i produeix un estirament del múscul.



Figura 19: Com es produeix l'extensió.

- **L'Adduició:** Moviment que s'aproxima a un membre a la línia mitjana de l'esquelet, és a dir, una part del cos s'aproxima d'ell mateix.
- **L'Abducció:** Moviment que s'allunya d'un membre a la línia mitjana de l'esquelet és a dir, una part del cos s'allunya d'ell mateix.

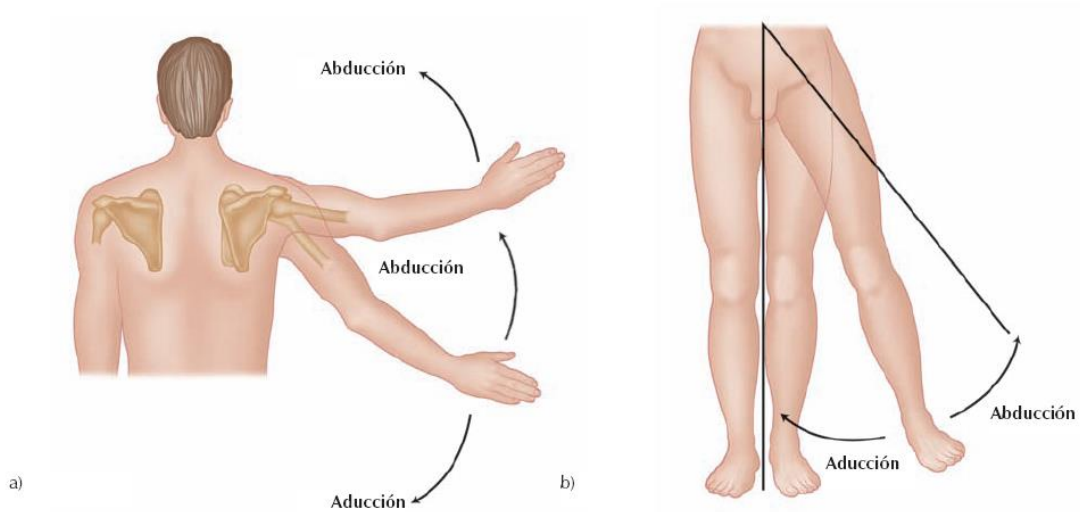


Figura 20: Com es produeixen l'abducció i l'adducció.

- **Pronació:** Moviment produir cap a sota o cap endins.
- **Supinació:** Moviment produït cap a fora i cap a d'alt.

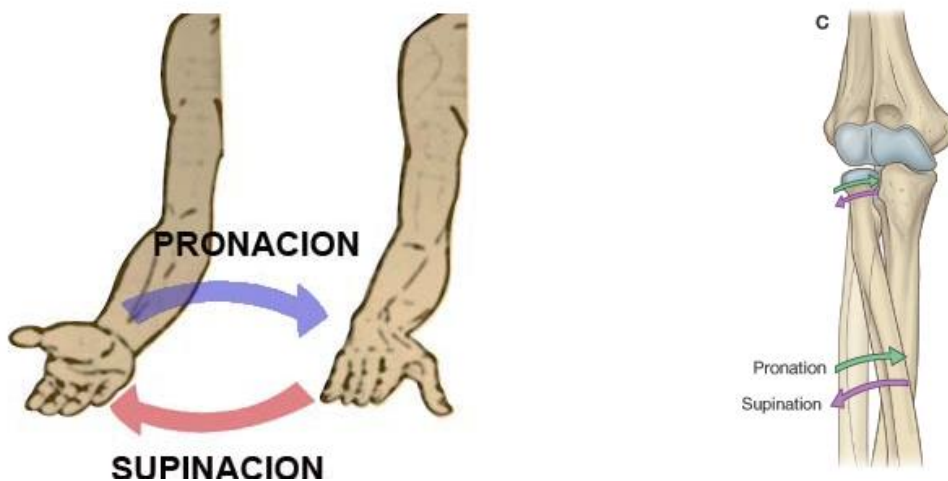


Figura 21: Com es produeixen la pronació i la supinació.

A part, existeixen altres tipus de moviments musculars, però que no són voluntaris com per exemple:

- La **circulació**, aconseguida amb la contracció muscular cardíaca.
- El **desplaçament de l'aliment** per la contracció del múscul gastrointestinal.
- La **evacuació de l'orina** per la contracció del múscul que constitueix el sistema urinari
- La **evacuació de la llet** per la contracció del múscul en la glàndula mamària

Encara que existeixen moltes altres funcions que es poden observar a partir de la derivació de l'òrgan pròpiament dit al contreure's el seu múscul.

2.4 Estiraments

Per tal de conèixer els existents estiraments, primer hem de saber el que és la flexibilitat i la elasticitat, i les propietats dels músculs a partir d'aquestes.

La flexibilitat pot ser definida com la capacitat física de realitzar moviments, sabent que al llarg de la nostra vida, l'anem perdent. Intervenien les articulacions i els músculs, a més d'altres com els tendons.

En canvi, l'elasticitat és la capacitat que tenen les fibres musculars d'estirar-se al màxim mentre actua una força sobre elles i torni a la seva posició inicial quan cesi la acció de la força, sense deformar-se o deteriorar la estructura del múscul.

Per tant, quan un múscul té aquestes propietats, és a dir, té elasticitat, és fort i capaç de realitzar diferents tipus de moviments, anomenem a aquest com *múscul sa*.

D'altra banda, tenim l'atròfia muscular, que és el deteriorament absolut dels músculs. Normalment causat per la manca d'activitat física, ja que els músculs que no s'utilitzen poden deteriorar si no se'ls manté actius, entre d'altres com l'envelliment, lesions i fractures, miopatia alcohòlica, desnutrició, etc.

Els músculs han de tenir la capacitat de contraure's i d'estirar-se combinant així la capacitat de fer força i donar amplitud al moviment. Quan sotmetem als músculs a exercicis que només els tonifiquem, primer perdem aquesta capacitat d'allargament i, mica en mica, es van escurçant més enllà de la seva llargària inicial.

Un múscul escurçat limita la capacitat de moviment, i té acció negativa sobre les articulacions provocant a la llarga el seu deterior o possibles lesions.

Estirar un múscul es sotmetre'l a una força que aconsegueixi allargar-lo per tal d'aconseguir més amplitud de moviment. L'estirament fet de forma correcta en ajuda a mantenir aquesta capacitat d'elasticitat muscular, que ens proporcionarà un bon estat i la capacitat de produir esports.

Per tant, afirmem que l'estirament és un procés que ens permet donar elasticitat a la musculatura i amplitud a les articulacions, la qual cosa ens permet obtenir millora en la postura corporal.

Existeixen diferents tipus d'estiraments:

1. ESTIRAMENTS ESTÀTICS:

Consisteix en mantenir un estirament en una posició exigent però còmode durant un cert període de temps, com pot ser entre 10 i 30 segons. Si es tracta de moviments lents i en repòs s'aconsegueix una millor relaxació muscular i augmenta la circulació

sanguínia i es redueix la sensació de dolor. Existeixen dos tipus d'estiraments estàtics depenent de si necessiten d'assistència o no:

➤ Estiraments actius:

Aquells estiraments dels quals no s'utilitza el pes del cos, peses, la gravetat o l'ajut d'una altra persona. Aquest tipus d'estirament pot ser exigent degut a la força muscular que requereix, però es considerat com a poc arriscat, ja que es controla la força de l'estirament amb la força del múscul antagonista.

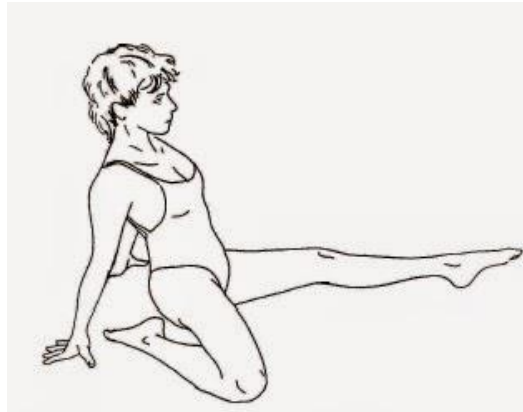


Figura 22: Exemple d'un estirament actiu.

➤ Estiraments passius:

Aquells estiraments que son necessàries l'assistència externa. Aquesta assistència pot ser en forma de cinta, el propi pes corporal o una altra persona. El múscul que es vol estirar es relaxa i depèn d'una força externa per aconseguir la posició adequada. No és complicat però existeix el risc de que la força externa sigui més gran que el grau de flexibilitat del subjecte, el que pot causar lesions.



Figura 23: Exemple d'un estirament passiu.

2. ESTIRAMENTS DINÀMICS:

Aquests estiraments es caracteritzen per dur-se a terme en un rang de mobilitat còmode però exigent de forma repetida, com d'entre 10 a 12 vegades. El moviment ajuda a arribar a la posició desitjada, però sense excedir el límit dels estiraments estàtics. Es requereix més coordinació, però es considera més eficient que els estiraments estàtics.

Es produeixen a partir de l'estirament dels músculs antagonistes gràcies a les contraccions repetides dels músculs agonistes. Són exercicis basats en salts i balanceig. Aquesta forma d'estirar pot ser contraproductiva si no va precedida d'una sessió d'estiraments estàtics o si la musculatura no ha rebut un bon escalfament, ja que els estiraments dinàmics en un múscul fred poden produir el reflex d'estirament.

2.5 Orígens de l'entrenament de la flexibilitat

Respecte als orígens de l'entrenament de la flexibilitat, es considera que els primers indicis relacionats amb aquesta extensió muscular van ser l'any 2500 aC. D'aquesta època s'han trobat dibuixos on s'observen exercicis de flexibilitat individuals i col·lectius de l'Antic Egipte.

Passat el temps, a Orient, va aparèixer el *loga*, i altres disciplines com el *Diong* o el *Tai-ji-qan*, les quals utilitzen tècniques d'estirament i postures similars a les que coneixem en l'actualitat.

Durant l'època romana, a Occident, va existir un grup de contorsionistes, que realitzaven pràctiques del desenvolupament de la flexibilitat, portant-la als seus màxims límits. Aquests exercicis van ser exposats com un espectacle en festes i reunions d'aquella època.

En la nostra cultura occidental, el creador d'aquestes idees i del seu desenvolupament va ser P. H. Ling, i els seguidors d'aquesta escola, en que destaquen el seu fill Hjalmar Ling i C. Norlander, que es van basar principalment en l'observació i en la pràctica, més que en coneixements científics fonamentats. Van començar a utilitzar exercicis individuals i per parelles, insistint en desenvolupar la correcció de l'actitud del to postural, afectats pel sedentarisme d'aquella època. Al mateix temps, tractaven d'evitar tensions psicofísiques i cercaven millores en la relaxació, tant física com mental. La tècnica emprada per la execució d'aquests exercicis és coneix com *gimnàstica de posicions*. Aquesta consistia en repetir estiraments fins arribar al punt de dolor. En l'actualitat aquesta tècnica es coneix com *elongacions balístiques*.

Ja al segle XX, la fisiologia occidental va prendre coneixements que es van sumar a investigacions del neurofisiològic Charles Sherrington, fundador de la *fisiologia de l'elongació muscular*.

A Sherrington se li deu la primera descripció del reflex d'estiraments o reflexos miotàtics, en la seva obra "*The integrative action of the nervous System*" (1906), el qual va obtenir molta repercussió al mon científic de l'època.

2.6 Patologies

Els músculs ens ajuden a obtenir moviment i formen part del funcionament del nostre cos. Els diferents tipus de músculs tenen diferents funcions, i això implica l'existència de moltes patologies i condicionaments que poden afectar als músculs, causant així debilitat, dolor o fins i tot, paràlisis.

Alguns dels condicionaments més coneguts són les lesions, condicionaments genètics com la distròfia muscular, càncer, inflamació com la miositis, malalties nervioses que afecten als músculs, infeccions i fins i tot algunes medicines que poden afectar negativament als nostres músculs.

En concret ens centrarem en una de les patologies que més afecten als humans, com és la **miopatia**, que es basa en una malaltia del teixit muscular, més específicament, causen problemes amb el to i la contracció dels músculs de l'esquelet (músculs que controlen els moviments voluntaris). Aquests problemes van des de la rigidesa (o miotonia) fins a la debilitat, i, desenvolupa fatiga durant el mateix moment en el que realitzem activitats utilitzant les nostres extremitats. Alhora, pot causar problemes al respirar que s'han de tractar ja que poden ser mortals.

En general, les miopaties provoquen que els músculs no funcionin com ho haurien de fer, però, pel contrari, no causen la mort dels músculs. Ni tampoc empitjoren a mesura que avança el temps, és més, un individu pot millorar progressivament a mesura que passa el temps a nivell muscular gràcies a la miopatia.

Però, existeixen altres com la **hipotonia**, que es basa en una debilitat dels músculs que es defineix com una falta de to muscular. Existeix doncs una disminució de la resistència de les articulacions als moviments passius o un augment de la mobilitat de les articulacions.

També en tenim la **miastènia gravis**, que és una malaltia neuromuscular autoimmune i crònica caracteritzada per debilitat dels músculs esquelètics o voluntaris del cos. Obtenint així pèrdua de forces que es recuperen amb els descans però torna a desaparèixer amb la realització d'exercici.

A més, una de les patologies més importants que existeixen i predominen en la població humana és la coneguda **atrofia muscular**, referint-se a la disminució de la mida del múscul, perdent força degut a la relació amb la seva massa. Afecta a les cèl·lules nervioses dels músculs esquelètics, generant paràlisi. La paràlisi pot arribar a ser parcial o completa. En definitiva, en diem que és un deteriorament absolut dels músculs. El motiu principal sol ser la falta d'activitat física.



Figura 24: Atrofia muscular

3. MARC PRÀCTIC

En aquest treball s'avaluarà la flexibilitat d'alguns músculs del cos a partir de la repetició d'un exercici on es posa a prova aquesta i de l'estudi dels resultats de la presa de dades de dit exercici.

Es comprovarà si després de dur a terme aquestes repeticions, s'aconsegueix millorar l'elasticitat dels músculs implicats en el moviment o si, per contra, aquest roman igual i les capacitats elàstiques d'un individu no es poden modificar.

Flexibilitat del cos humà

La flexibilitat pot ser definida com la capacitat física de realitzar moviments amb certa amplitud.

En néixer disposem gran quantitat de flexibilitat, però a mesura que creixem, l'anem perdent. No obstant, aquesta pèrdua, es pot retardar mitjançant l'entrenament. Hi ha dues estructures corporals principals que intervenen directament en la flexibilitat: les articulacions i els músculs, encara que també hi ha un altre element que intervé en el moviment: els tendons (part més extrema del múscul i que s'insereix en l'ós). La seva funció és fixar el múscul a l'os.

Cal destacar que l'elasticitat no és sinònim de flexibilitat. L'elasticitat és la capacitat que té un cos de tornar a la seva posició de repòs quan deixen d'actuar-hi forces que l'han deformat. Una persona pot ser molt flexible però no ser gaire elàstica. Per tenir elasticitat, a més de ser flexible, s'ha de tenir un cert grau de força muscular.

La flexibilitat depèn de la mobilitat articular i elasticitat, i ens aporta beneficis que poden ser observats a l'Annex.

- ***Mobilitat Articular***

La mobilitat articular és la capacitat que tenen algunes articulacions de permetre que els segments ossis que les formen es desplacin uns amb respecte als altres en un recorregut màxim. La mobilitat articular depèn dels tipus d'articulacions i de les seves possibilitats de moviment. Per descriure els moviments d'una articulació hem de considerar punts de referència com els eixos o plànols.

- **Elasticitat Muscular**

La elasticitat muscular és la capacitat que tenen les fibres musculars d'estirar-se al màxim mentre actui una força sobre elles i torni a la seva posició inicial quan cesi la acció de la força, sense deformar-se o deteriorar la estructura del múscul.

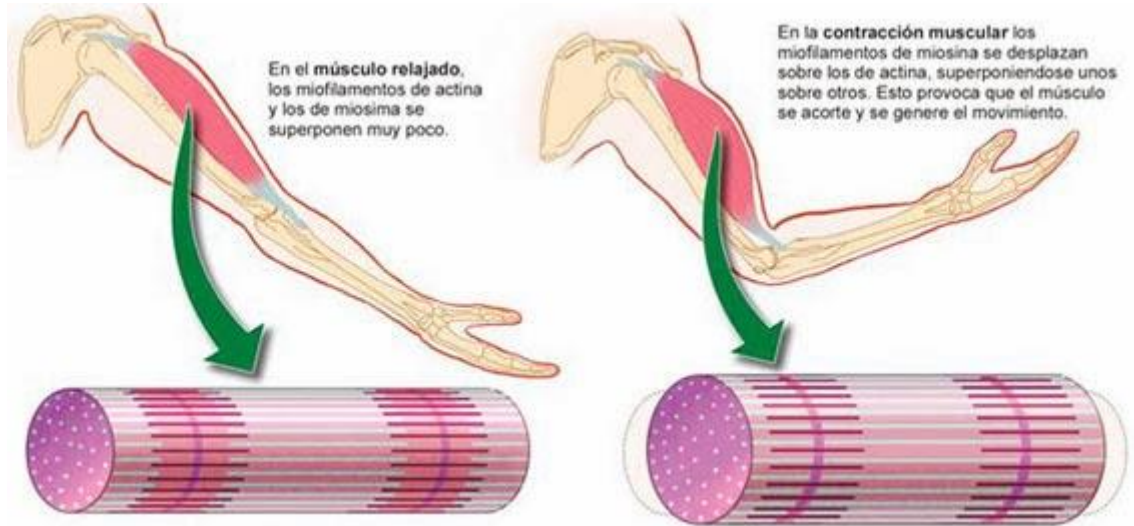


Figura 25: Com s'estiren les fibres musculars.

3.1 Exercici proposat

Amb l'objectiu d'avaluar com evoluciona la flexibilitat, s'ha triat l'exercici basat en tocar la punta dels peus amb els dits de les mans tenint les cames totalment estirades i els peus formant un angle de 90 graus amb elles. Tot i així, aquest exercici també es pot dur a terme de peu.

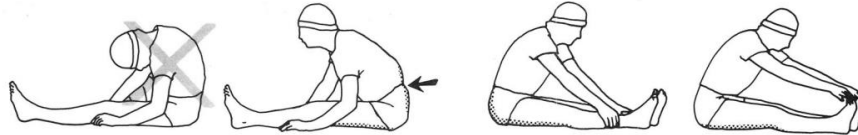


Figura 26: Estirament proposat amb l'objectiu d'arribar a tocar amb les mans els peus.

Aquest experiment consisteix en realitzar aquest exercici d'estirament durant 15 dies. Cada dia es realitzaran 10 repeticions. D'aquesta manera serà possible fer un estudi de l'evolució de la flexibilitat a curt termini degut a l'escalfament al llarg de les repeticions i un estudi al llarg termini, degut a l'estirament i l'entrenament diari del paquet muscular.

3.2 Sistema de mesura

Com a sistema de mesura, s'utilitzarà una cinta mètrica. Es mesurarà la distància des de la punta del dit del mig de la mà, fins el peu, situat en angle recte amb la cama.



Figura 27: Metodologia de l'exercici. (Imatges de la pròpia autora).

3.3 Condicionaments

A l'hora de prendre les dades, hem de tenir en compte que els resultats podrien variar en funció de factors externs al propi estirament. Aquests factors es divideixen en dos grups: intrínsecs i extrínsecs. Els primers són els relacionats amb l'interior i la pròpia morfologia del cos, en canvi, els segons són independents d'aquest interior.

Els principals factors intrínsecs són:

- L'estructura òssia pot restringir el punt límit de l'amplitud. Per exemple, un colze que s'hagi fracturat per l'articulació pot assentar un excés de calci en l'espai de l'articulació, fent que aquest perdi la seva capacitat per estendre's per complet. En molts casos, recorrem a l'estructura òssia per detenir els moviments en el punt límit normal de l'amplitud.
- La massa adiposa també pot limitar la capacitat per desplaçar-se a través d'una amplitud de moviment complet. El greix pot actuar com una falca entre dos braços de palanca, allà on es trobin.
- Els músculs i els seus tendons solen ser els principals causants de la limitació de l'amplitud de moviment. Per exemple, quan un atleta realitza exercicis d'elongació per millorar la flexibilitat d'una articulació en particular, desenvoluparà propietats extensibles del múscul. Al llarg d'un període de temps, es podria augmentar l'extensibilitat o la distància que es pot estirar un múscul determinat. És per això que les persones que tenen un alt grau de moviment en l'articulació, posseeixen músculs de gran extensibilitat.
- El teixit connectiu que envolta l'articulació, com els lligaments de la capsula de l'articulació, poden estar subjectats a adherències o escurçaments patològics. Els lligaments i les capsules d'articulacions tenen extensibilitat, però, si una articulació queda immobilitzada durant un cert període de temps, aquestes estructures perdran extensibilitat i de fet, es tallaran.
- El sistema nerviós, que és el que de tots els elements que componen el múscul estriat voluntari, les proteïnes contràctils del qual constitueixen un factor de resistència que condiciona la magnitud i l'abast de la deformació longitudinal que les accions d'extensió exerceixen sobre ell mateix, per tal de que l'elongació pugui produir un efecte específic sobre aquest teixit, obtenint una minimització de la tensió restrictiva i limitant de les estructures contràctils del múscul que ofereix. Així com, en el cas d'una relaxació neuromuscular, una força externa pot arribar fins a duplicar la longitud normal de repòs del sarcòmer, conservant la distància mínima entre els filaments fins i grassos als efectes que es puguin establir davant els canvis de les condicions excitants.

En quant als factors extrínsecs:

- Sexe: Les dones solen ser més flexibles que els homes per les diferències hormonals que presenten. La seva major producció d'estrògens en les dones causa una disminució de la viscositat dels teixits.
- Edat: La flexibilitat es desenvolupa entre les edats infantils i juvenils, entre 14 i 17 anys.
- Escalfament muscular previ: L'augment de temperatura disminueix la viscositat del sarcoplasma millorant la contractilitat i la capacitat d'elongació del múscul. La temperatura del múscul augmenta degut a 2 mecanismes: El primer té relació amb l'augment de la circulació sanguínia degut a la dilatació dels capil·lars arterials i el segon, es relaciona amb les reaccions metabòliques catabòliques que generen combustió interna i alliberació d'energia calòrica.
- Temperatura ambiental: Les baixes temperatures ambientals es relacionen a una disminució de la flexibilitat, en canvi, a majors temperatures es produeix un augment d'aquesta.
- Cansament: La fatiga muscular produeix una disminució de la sensibilitat dels ossos, fent-los més excitables enfront l'estirament, dificultant l'elongació muscular.
- Costums socials: Activitats laborals, sedentarisme, entrenament, hàbits posturals, etc. Poden augmentar o disminuir la flexibilitat.
- Estats emocionals: Influeixen en la regulació tònica muscular, ja que incideixen sobre el sistema nerviós. El patiment, l'estrès, l'ansietat i el dolor poden augmentar el to, en canvi, estats de relaxació poden disminuir-los.
- Hora del dia: La majoria de les persones solen ser més flexibles a la tarda que al matí, entre les 14:00 – 16:00 hores.

3.4 Músculs implicats

Aquest exercici es caracteritza per la implicació d'un paquet muscular en el qual estan implicades moltes parts del cos ben diferenciades, i és per això que és un dels més recomanats a l'hora d'estirar el cos.

S'analitzaran tres paquets musculars, els tres que més influeixen en l'estirament: espatlles i coll, esquena i part posterior de les cames.

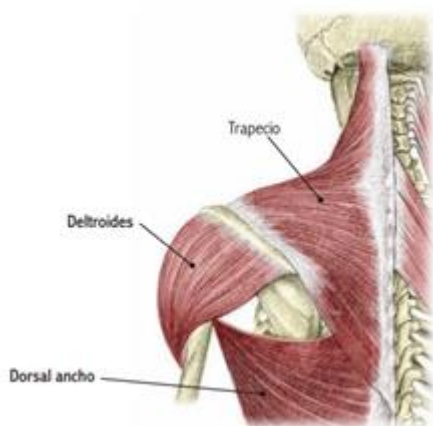


Figura 28: Els tres músculs que influeixen en aquesta zona

L'**espatlla** i el **coll** no s'estiren directament, sinó que en el moviment d'intentar que les mans arribin als peus, ho fan. No és un exercici destinat a l'estirament d'aquest paquet muscular, tot i que el trapezi, el múscul deltoides i el dorsal ho facin.

La part **posterior** de la **cama** és la més estirada de totes. Els principals músculs implicats i els que més s'estiren són els **isqui tibials**. Els isqui tibials són un grup de tres músculs: bíceps femoral, semi membranós i semi tendinós.

El bíceps femoral té dos caps; un s'origina a l'isqui de la pelvis i l'altre al fèmur. El semi membranós i el semi tendinós s'originen també a l'isqui. Tots tres músculs ajuden a estendre la cama pel maluc (base d'aquest exercici), flexionar el genoll i són responsables de la rotació interna i externa del genoll.

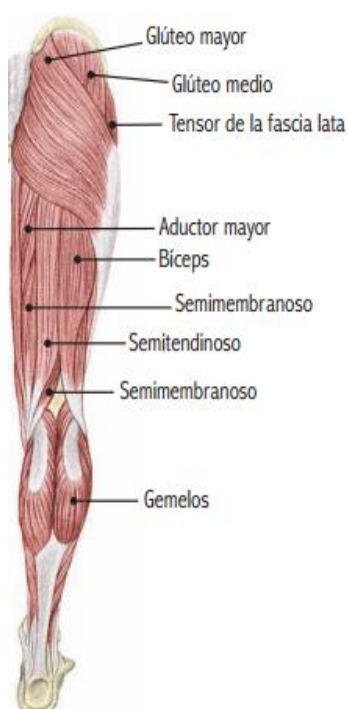


Figura 29: Els músculs de la següent zona.

No s'ha d'oblidar que els bessons també hi tenen un paper. Al tocar els peus, el genoll està recte i el turmell doblegat per a que el bessó s'estiri completament en ambdues articulacions.

En vista de l'**esquena** en general, es simplificaran els músculs en un conjunt com a músculs erectors de la columna degut a la complexitat i la quantitat d'ells que participen en l'activitat.

Durant l'estirament els músculs erectors de la columna s'allarguen per a corbar-la cap al davant. En conjunt, aquests músculs van des de la part posterior del cap, passen per les vèrtebres i la pelvis la zona lumbar. Són responsables de l'extensió, flexió lateral i rotació de l'esquena baixa i mitja i del coll.

Paral·lelament, els **discos intervertebrals** s'estiren o amortitzen segons la posició de l'individu. Cal saber que en molts moviments de l'esquena es produeix un pinçament parcial dels discos intervertebrals, especialment en la flexió i l'extensió.

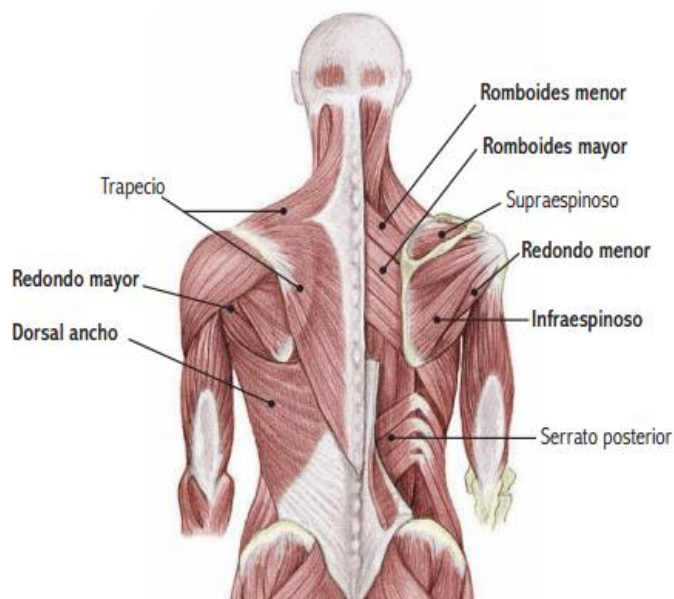


Figura 30: Músculs de l'esquena.

Les dades experimentals queden reflectides en les taules següents, on s'indiquen en columna les repeticions (Rep.) de l'exercici al llarg dels 15 dies. Tot i incloent-hi la mitjana diària i la desviació diària en 6 individus, dels quals l'últim esdevé el control.

3.5 Dades experimentals

Subjecte 1:

1	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Rep. 4	Rep. 5	Rep. 6	Rep. 7	Rep. 8	Rep. 9	Rep. 10	Mitjana diària	Desviació diària
Dia 1	32	32	31	31	29	32	32	31	31	31	31,2	1
Dia 2	30	28	27	28	29	28	28	26	25	25	27,4	5
Dia 3	29	28	27	26	26	23	22	22	22	23	24,8	6
Dia 4	30	29	27	24	22	22	24	23	23	21	24,5	9
Dia 5	27	25	22	20	19	19	20	21	21	20	21,4	7
Dia 6	25	23	22	21	20	20	20	20	19	18,7	20,87	6,3
Dia 7	22	23	21	19	20	21	22	18	18,4	18,1	20,25	3,9
Dia 8	20	19	18	18	18	17	17,3	17,8	17,4	18	18,05	2
Dia 9	21	18	16	17	16	16,3	16,9	17	15	13	16,62	8
Dia 10	20	17	14	15,1	15	16	14	12	13	14	15,01	6
Dia 11	21	19	20	19	20	21	21,4	19	18	17,3	19,53	3,7
Dia 12	15	10	9	12	10	10	11	12	9,8	10	10,88	5
Dia 13	11	11,4	10	10,2	10,3	12	13	9,8	9	8	10,47	3
Dia 14	14	15	11	8	8,6	7	9	10	9,6	8	10,02	6
Dia 15	12	10	11	8	8,4	10	9,7	9	8	7	9,31	5

Sexe: Femení Edat:16

Distància (relaxació)*: 35cm

Habitualment esportista: Sí

Estirament global: 32 -7: 25 cm

Subjecte 2:

2	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Rep. 4	Rep. 5	Rep. 6	Rep. 7	Rep. 8	Rep. 9	Rep. 10	Mitjana diària	Desviació diària
Dia 1	35	35'2	34	34,8	34,1	34	33,8	33,5	33,5	34	30,84	1
Dia 2	34,8	34	34	34,2	35	34,8	34,5	34	34	34,5	34,38	0,3
Dia 3	36	35,4	35	34,4	34,5	34	34	33,9	33,7	32	34,29	4
Dia 4	34	35	34	33	32	31	32	35	34	31	33,1	3
Dia 5	36	35	34,3	32	30	29	28	27	28	31	31,03	5
Dia 6	34	32	29	28,6	28	29	28	27	27	28	29,06	6
Dia 7	31	29	28	24	27,3	27,5	28	29	26	24	27,38	7
Dia 8	29	29	28,7	28,6	29	29,1	30	29	27	26	28,54	3
Dia 9	34	36	32	31	30	24	25	22	23	21	27,8	13
Dia 10	26	28	27	24	24	23	23	25,1	26	26	25,21	0
Dia 11	37	35	25	24	23	23	22	20	19	19	24,7	18
Dia 12	27	25	25	25,2	24	22	20	20	19	18	22,52	9
Dia 13	24	21	20	19,8	18	16	15	17	14	12	17,68	12
Dia 14	19	20	21	17	14	12	11	10,9	12	13	14,99	6
Dia 15	14	15	12,4	13,6	15	13	12	10	8	7	12,0	7

Sexe: Masculí Edat:53

Distància (relaxació)*: 37cm

Habitualment esportista: Sí

Estirament global: $35 - 7 = 28$ cm

Subjecte 3:

3	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Rep. 4	Rep. 5	Rep. 6	Rep. 7	Rep. 8	Rep. 9	Rep. 10	Mitjana diària	Desviació diària
Dia 1	21,5	17,9	17	16,4	16	14,5	13,7	14	13,5	12	15,65	9,5
Dia 2	23	15,8	18,1	10,6	11,5	11,9	11,6	9,4	6,7	7,4	12,6	15,6
Dia 3	18,6	16,9	16,5	14,3	14,2	11,2	10	9,4	7,2	6,7	12,5	11,9
Dia 4	14	12,2	13,4	10,5	11	9,2	8,5	8,7	8,9	6,7	10,28	7,3
Dia 5	16,3	16	14,7	12,9	13	12,2	11,1	10	8,6	6,7	12,15	9,6
Dia 6	15,4	13,8	13	13,2	11,7	10,8	8,7	8,5	6,9	5,3	10,73	10,1
Dia 7	16	12,5	12,5	11	10,9	7,8	8,5	6,9	8,2	4,7	9,9	11,3
Dia 8	15,4	12,5	12,3	10,5	10,8	8,3	7,5	6,6	5,2	4,1	9,32	11,3
Dia 9	15	12,7	12	10	10,8	8	6,7	5,4	5,5	3,4	8,95	11,6
Dia 10	16,8	12	10	9	8,7	8,5	7	6,6	5,4	3,6	8,76	13,2
Dia 11	16	15,4	15,5	13,7	11	11,2	9,3	8,5	6,1	5,5	11,22	10,5
Dia 12	15,8	14,8	14,8	12	12,2	10,8	8,7	6,2	6,1	4,7	10,61	11,1
Dia 13	14,1	13,6	13,4	12,3	11,6	10	7,5	6,9	5,8	4,3	9,95	9,8
Dia 14	13,6	12,8	12,3	10,6	8,9	7	6,5	6,1	5,1	3,5	8,64	10,1
Dia 15	10	8,6	7,3	4,7	6	3,8	4,5	2,1	1,2	0,1	4,83	9,9

Sexe: Femení Edat:20

Distància (relaxació)*: 24cm

Habitualment esportista: Sí

Estirament global: $21,5 - 9,9 = 11,6$ cm

Subjecte 4:

4	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Rep. 4	Rep. 5	Rep. 6	Rep. 7	Rep. 8	Rep. 9	Rep. 10	Mitjana diària	Desviació diària
Dia 1	15,5	14,8	12,5	11,6	11,7	10,5	9,5	9,3	8,6	8	11,2	7,5
Dia 2	16	11,8	8,5	6,5	7,1	7,2	5	4,5	4,5	4,8	7,59	11,2
Dia 3	15,9	12,5	10	9,3	8,7	7,7	8	7,1	5,7	5	8,99	10,9
Dia 4	16,5	11,6	9,8	9,1	8,1	7,5	7,3	6,5	5,3	4,2	8,59	12,3
Dia 5	16,7	12,1	10,7	8,5	7,3	7,1	6,5	5,8	5,2	4,5	8,44	12,2
Dia 6	15,5	13,9	10,5	8,5	8	6,9	6,3	5,7	5,5	4,9	8,57	10,6
Dia 7	16,4	10,5	9,7	7,5	6,1	5,1	4,7	4,7	4	3,2	7,19	13,2
Dia 8	15,9	10,3	9,6	8,6	8	6,7	5,4	4,5	3,6	3,1	7,57	12,8
Dia 9	17,1	10,4	9,5	8,1	7	5,8	4,7	4,1	3,5	2,6	7,28	14,5
Dia 10	16,7	11	7,9	6,4	5,9	4,7	3,6	2,7	3	2,5	6,44	14,2
Dia 11	16,3	12,8	6,5	6	4,7	3,5	3,3	2,5	2,2	2	5,98	14,3
Dia 12	16,2	11,7	7,3	7,2	5,4	4,9	3,5	3,7	3	2,7	6,56	13,5
Dia 13	16,8	11	7,1	6,4	4,5	4,3	3,8	2,9	2,5	1,9	6,12	14,9
Dia 14	17	10,5	7,5	7,5	4,7	5,3	2,7	4,5	2,3	1,5	6,35	15,5
Dia 15	12,2	8,7	5,9	3,6	3,3	3	5,3	3,5	2,9	1,5	4,99	10,7

Sexe: Femení Edat:14

Distància (relaxació)*: 19cm

Habitualment esportista: No

Estirament global: 15,5 - 10,7= 4,8 cm

Subjecte 5:

5	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Rep. 4	Rep. 5	Rep. 6	Rep. 7	Rep. 8	Rep. 9	Rep. 10	Mitjana diària	Desviació diària
Dia 1	16	14	13	13,5	12,4	12	11	10,5	11,3	10	12,37	6
Dia 2	19	18,4	16,1	14,3	12	13	13,5	13,1	11,2	11	14,16	8
Dia 3	22	20	17,3	19	14,5	16	14,5	13,1	14	11,2	16,16	10,8
Dia 4	20	18	16	18	18	13	17,5	9,5	9,2	9	14,82	11
Dia 5	12	13	13,5	11,2	8,5	9	9,2	5,5	2,3	3	8,72	9
Dia 6	13,2	10,2	7,5	8,5	9	8,7	7,4	8,5	5,9	3,5	8,24	9,7
Dia 7	11,9	11,4	7,2	7,2	7,5	6,5	7,5	6,2	4,2	2	7,16	9,9
Dia 8	12,5	10,5	6,9	6,9	8,2	7	7,2	7,4	4,5	2,3	6,65	10,2
Dia 9	12,1	10,1	10	11	10	8,3	7,4	7	5,5	2,2	8,36	9,9
Dia 10	10	9,5	8,2	9,8	8	7,5	7,2	6,2	6,1	4,5	7,7	5,5
Dia 11	9,8	10,5	8,5	7,5	8,5	6,5	6,5	6,6	5,3	3,6	7,98	6,2
Dia 12	12	11,5	10,2	6,5	8,5	6,9	5,9	4,2	3,6	3,3	7,26	8,7
Dia 13	12,4	10,5	6,5	7	8,3	6,3	7,1	5,2	3,9	3,3	7,05	9,1
Dia 14	9,5	8,3	7,2	6,4	6,9	6,5	5,4	7,4	4,7	3,5	6,58	6
Dia 15	9,6	7,6	5	6,4	7,3	6,1	7	9	4,6	2,8	6,54	6,8

Sexe: Femení Edat:17

Distància (relaxació)*:24cm

Habitualment esportista: Sí

Estirament global:16-2,8= 13,2 cm

Subjecte 6: CONTROL

6	Rep.1	Rep.2	Rep.3	Rep.4	Rep.5	Rep.6	Rep.7	Rep.8	Rep.9	Rep.10	Mitjana diària	Desviació diària
Dia 1	17,9	16	15,6	15,5	14,5	14,2	13,5	13,9	13,2	10,5	14,48	7,4
Día 15	18,2	13,9	11,5	13,7	12,3	10,4	9,5	8,8	10,5	7,1	11,59	11,11

Sexe: Femení Edat:12

Distància (relaxació)*:23cm

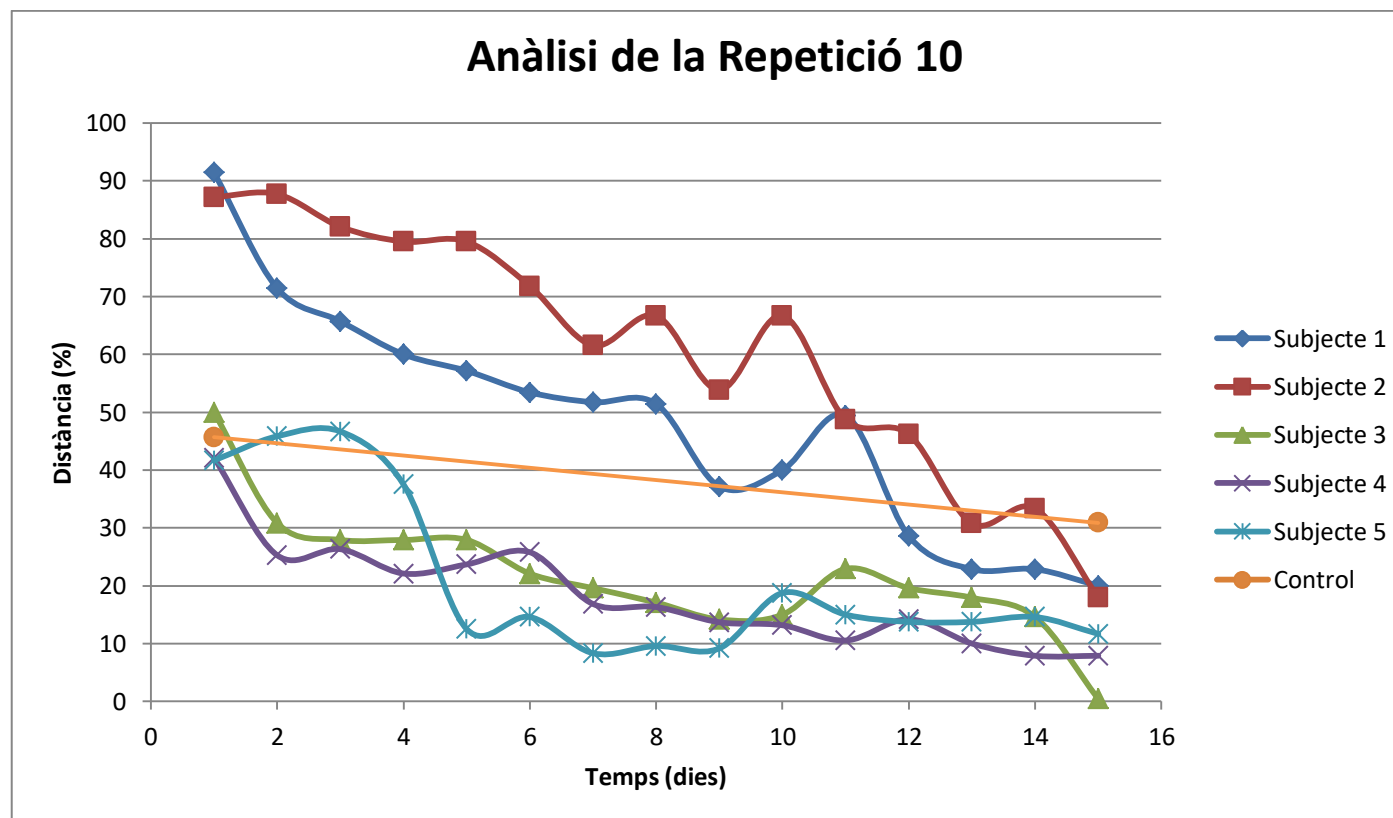
Habitualment esportista: No

Estirament global: 6,31

*Distància entre dits de les mans i dits dels peus (mesurada igualment que les altres distàncies) però sense estirar-se cap endavant: amb els músculs relaxats, cosa que ens servirà per establir el 'zero' de cada persona i unificar les dades de tots els subjectes.

3.6 Representació gràfica de les dades

ANÀLISI 1:



Aquest anàlisi s'origina a partir d'una activitat proposada encarregada d'avaluar la flexibilitat d'alguns músculs del cos a partir de la repetició d'un exercici, del qual n'obtidrem uns resultats que seran analitzats per tal de posar a prova aquesta mencionada flexibilitat.

Aquest exercici s'encarrega d'afirmar si a partir de repetir uns exercicis concrets, s'aconsegueix establir una millora en la nostra flexibilitat i elasticitat muscular, o si, pel contrari, aquestes millores no apareixen i no se n'obtenen capacitats de modificacions musculars.

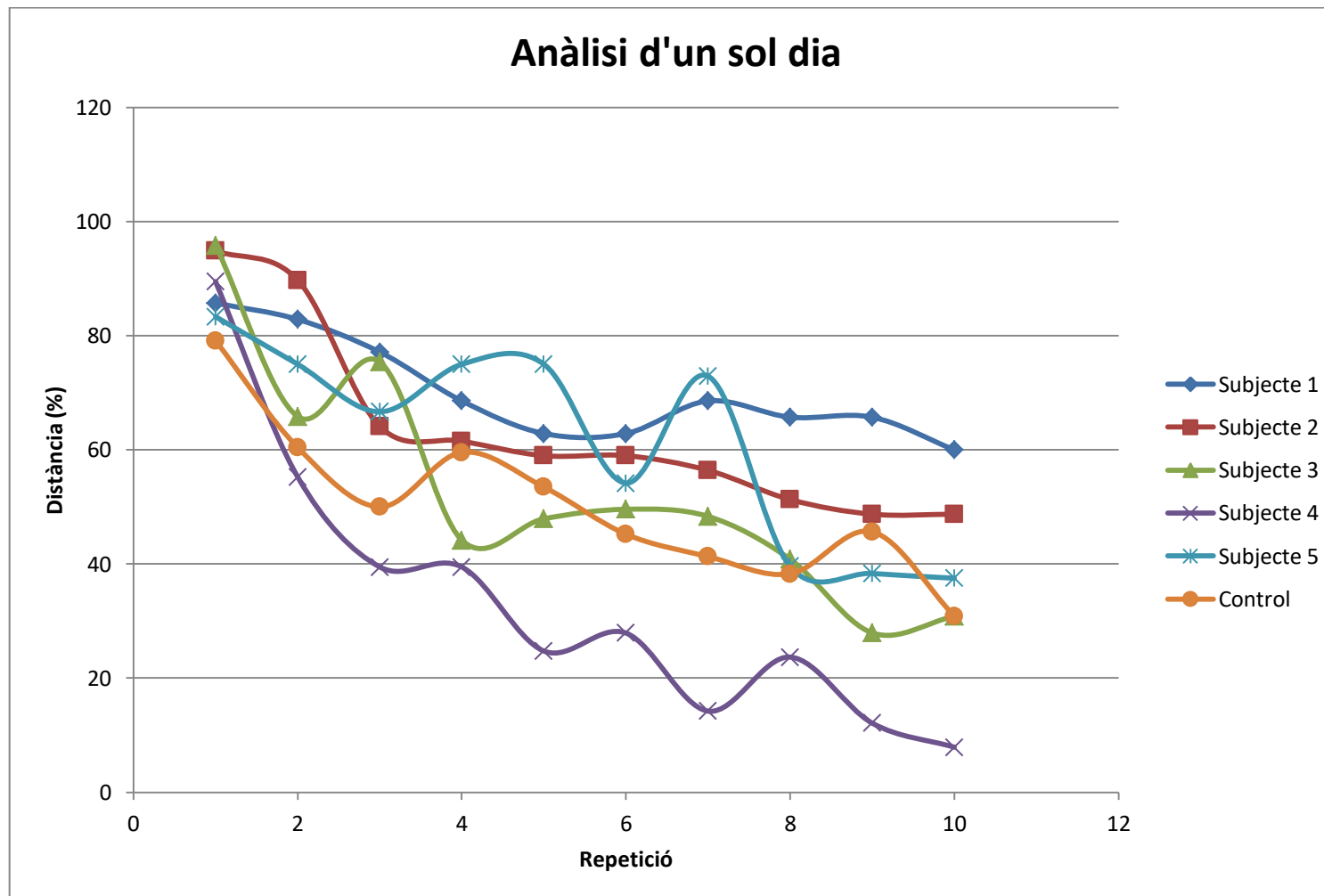
Aquí tenim un estudi de la repetició 10 de tots els subjectes analitzats en aquesta activitat, durant un període de temps de 15 dies, obtenint els resultats presents al gràfic. Amb aquesta representació podem veure l'evolució al llarg de tot el període de presa de dades.

A l'eix horitzontal (x) tenim el temps mesurats en dies. D'altra banda, a l'eix vertical (y) podem observar la distància mesurada en %. Aquest fet ha estat produït per poder treballar amb tots els valors obtinguts de tots els subjectes unificats, és a dir, tots els valors han anat depenent de l'edat, sexe, alçada, entre d'altres. Per això, és obvi que tots els subjectes no són iguals físicament, i per aconseguir estudiar tots els valors, s'han d'unificar per tal de tenir un punt de referència entre tots. Per fer-ho, s'ha dividit la distància de relaxació de cada membre amb la mesura obtinguda proposada per l'exercici de cada dia multiplicat per cent, per obtenir així la xifra en %.

Com es pot observar al gràfic, cada línia representa un subjecte, tots totalment diferents entre si i obtenint resultats molt variats a causa dels diferents condicionaments que han pogut patir durant l'exercici. Però, quasi tots els subjectes aconseguixen o s'aproximen al reduir la distància entre els dits dels peus i les mans. En general, s'ha complert la hipòtesi proposada. Tot i així, hi ha un subjecte que destaca per tot el contrari. Aquest és el control.

El control és aquell subjecte que no ha fet l'exercici durant 15 dies, només el primer i l'últim per tal de comparar els resultats a partir d'un altre subjecte que si que els ha fet. Per tant, aquest no obtindrà una millora en els resultats, ja que el fet d'entrenar els músculs i fer l'estirament t'ajuda a assolir l'objectiu de l'exercici proposat.

ANÀLISI 2:



Aquest segon anàlisi sorgeix de les dades obtingudes en un sol dia, on podem observar com a partir de la realització de 10 repeticions, s'obtenen clares variacions.

A diferència del primer anàlisi, aquest té menys importància respecte a la hipòtesi presentada, ja que aquest primer ens ajudava a verificar-la a partir d'un experiment on s'avaluava en conjunt 15 dies.

D'altra banda, aquest el que ens mostra és com evoluciona la flexibilitat en una pràctica de l'exercici, és a dir, com des de la primera repetició, s'obtenen notables variacions fins a l'última.

Com es pot observar al gràfic present, a l'eix horitzontal (x) tenim les repeticions emprades. D'altra banda, a l'eix vertical (y) podem observar la distància mesurada en %. Aquest fet, com en el cas anterior, ha estat produït per poder treballar amb tots els valors obtinguts de tots els subjectes unificats, és a dir, com que tots els subjectes es troben condicionats per l'edat, pes o sexe, a més de no ser iguals físicament, s'han d'unificar els resultats per tal de tenir un punt de referència entre tots. Per fer-ho, s'ha dividit la distància de relaxació de cada membre amb la mesura obtinguda proposada per l'exercici de cada dia multiplicat per cent, per obtenir així la xifra en %.

També es veu que cada línia representa un subjecte, i cada un d'ells obté resultats molt variats a causa dels diferents condicionaments que han pogut patir durant l'exercici.

Cal dir que de tots els dies dels quals es podia triar dades, s'ha triat el que té la desviació més alta, per contrastar millor els resultats i veure així les variacions més grans.

4. CONCLUSIONS

En definitiva, després de l'estudi d'aquest projecte, del qual, s'han observat diferents vessants de la musculatura humana, s'ha aconseguit assolir una conclusió general, capaç de respondre al més gran i major dubte; Puc millorar la meua flexibilitat? O és totalment impossible d'aconseguir-ho?

Per tal d'obtenir una resposta, ha estat necessari la participació d'un estudi experimental per tal de verificar aquest fet, és a dir, que és perfectament possible millorar la flexibilitat d'una persona a partir de possibles entrenaments.

Com ja s'ha mencionat, aquesta verificació s'ha desenvolupat a partir de l'estudi d'un estirament o exercici basat en realitzar 10 repeticions durant 15 dies d'un mateix exercici flexiu, és a dir, treballant la flexibilitat muscular de diferents persones.

En general, es pot observar en el gràfic de la trajectòria de cada un dels subjectes que han emprat aquesta activitat i com han anat evolucionant al llarg dels dies després d'entrenar-se amb 10 repeticions diàries.

Existeixen diferències molt notables en els resultats de tots els subjectes, ja que cadascú de forma individual ha patit condicionaments que els han afectat. Primer, es pot veure com subjectes com l'1 i el 2, van començar a molta distància, però, a mesura que els dies van passar, aconsegueixen reduir molt la distància mesurada. Però s'observa com realment, no arriben a tocar-se els peus. Les notables variacions entre el dia 8 i 11 del subjecte 2 podrien haver estat condicionades pel fet de que els exercicis es van realitzar durant els matins, i no pas per la nit, que és quan els nostres músculs es troben més actius. En altres, com el subjecte 5, veiem que al principi va començar a allunyar-se més de la seva pròpia capacitat, ja que estava condicionat pel període menstrual. I finalment, tenim el subjecte 3 i 4, que comencen amb molta distància però s'aproximen molt, i fins i tot, es pot dir que el subjecte 3 arriba a assolir l'objectiu d'aquesta activitat.

En definitiva, es pot afirmar que la hipòtesi d'aquest exercici es compleix, ja que a mesura que es realitzen els estiraments, el teu cos va assimilant-los i en resposta, aporta flexibilitat i elasticitat al teu cos, garantint varies capacitats com la de arribar a tocar els peus amb les mans.

Del gràfic general conjunt del segon anàlisi s'obté la principal informació de com a mesura que es van realitzant repeticions, el subjecte arriba més lluny en l'exercici, és a dir, redueix la distància entre dits de mans i dits de peus. No en tots els subjectes és tan notable aquesta reducció, però sí visible. En el subjecte 4 es veu clarament un pendent de la línia més pronunciat, que no pas, per exemple, el del subjecte 1, que denota menys variació de distància. En quant a la resta de subjectes, es troben entre

aquests dos extrems, el control, inclòs, ja que aquest anàlisi no depèn de factors externs, com seria en aquest cas l'exercici previ.

Cal destacar els pics en algun conjunt de dades, com per exemple les del subjecte 5, o l'inici de la presa de dades del 3. Això denota poca constància en l'exercici, o fins i tot pot ser degut a errors experimentals o errors en la mateixa presa de dades.

D'aquesta manera, si es treballa la flexibilitat muscular, els músculs adquiriran la capacitat d'estirar-se amb més facilitat que no pas sense fer-ho, però, això requereix un entrenament. És a dir, una persona, difícilment, aconseguirà obtenir flexibilitat o realitzar un estirament d'un dia cap a un altre, ja que el múscul no està acostumat a realitzar aquest esforç. En conseqüència, si s'obliga al múscul a realitzar una feina que es incapaç de fer, aquest es pot atrofiar o danyar, per això s'ha d'anar amb molta cura.

Així doncs, amb la constància, i l'entrenament, s'obtindrà aquesta capacitat. D'altra banda, si un múscul s'esforça, pot acabar patint greus conseqüències.

5. ANNEXOS

5.1 *Beneficis de la flexibilitat*

A través dels anys, s'han proposat múltiples beneficis per a l'entrenament de la flexibilitat, independentment del tipus de validació científica i la certesa d'aquestes afirmacions, totes destaquen per presentar un suport científic que les afirma. Entre elles en destaquen:

- Prevenció de lesions dels músculs esquelètics per tensió.
- Augment de la relaxació muscular com base per a un moviment més fluid.
- Disminució de la rigidesa muscular, amb el conseqüent emmagatzematge de l'energia elàstica més eficient, per a la realització de moviments amb el cicle de allargament.
- Retarda el dolor muscular residual.
- Millora el rendiment esportiu en els atletes, posat que el múscul treballa a una longitud òptima.
- Prevenció de tallaments musculars.
- Millora la coordinació neuromuscular.

6. BIBLIOGRAFIA

- [1] TU SINTOMA, Músculos del cuerpo humano. Grupos, tipos y funciones. [Online]:
<https://tusintoma.com/musculos-del-cuerpo/>
- [2] La cova de la Cova. (2011). SLIDESHARE, La Musculatura. [Online]:
<https://es.slideshare.net/lacovadelacova/aparell-locomotor-msculs-6461438>
- [3] INFERMERIA VIRTUAL, Teixit muscular. [Online]:
https://www.infermeravirtual.com/cat/activitats_de_la_vida_diaria/fitxa/teixit_muscular/teixits_membranes_pell_i_derivats_de_la_pell
- [4] GEOCITIES (2002), Teixit muscular. [Online]:
http://www.geocities.ws/biohumana2002/biohumana_204.html
- [5] XTEC, Sistema muscular. [Online]:
<http://www.xtec.cat/~jsanz/experie/concurs/muscular.htm>
- [6] XTEC, Aparell locomotor. [Online]:
<http://www.xtec.cat/~rvillanu/locomotor/locomotor.htm>
- [7] MECAARTMECANAT, Anàlisi del moviment articular. [Online]:
<https://mecaartmecanat.jimdo.com/articulacions/articulacions-naturals/articulacions-i-moviments/>
- [8] XTEC, Estiraments i flexibilitat. [Online]:
<http://www.xtec.cat/~rniatom/mod6/esports/condicio%20fisica/estiraments.htm>
- [9] EL PAIS (2010), ORIGENES DE LA FLEXIBILIDAD. [Online]:
https://elpais.com/diario/2010/05/23/eps/127459021_850215.html
- [10] APTA VITAL SPORT (2016), Flexibilidad y su importancia real. [Online]:
<https://aptavs.com/articulos/la-flexibilidad-y-su-importancia-real>
- [11] MASMUSCULO (2012), Elasticidad y resistencia muscular [Online]:
<https://www.masmusculo.com.es/research/elasticidad-tono-y-resistencia-muscular/>
- [12] MedlinePlus (2017), Enfermedades musculares. [Online]:
<https://medlineplus.gov/spanish/muscledisorders.html>
- [13] Ahora Salud y Bienestar (2017), Enfermedades musculares. [Online]:

<http://www.ahorasaludybienestar.es/enfermedades-musculares/>

[14] Alto Rendimiento, (2011) Beneficios de la flexibilidad. [Online]:

<http://altorendimiento.com/beneficios-del-entrenamiento-de-la-flexibilidad/>

[15] Buenaforma (2011), Flexibilidad y beneficios del estiramiento. [Online]:

<http://www.buenaforma.org/2011/05/02/flexibilidad-beneficios-del-estiramiento/>

[16] El Sistema Muscular (2011), Movimientos musculares del cuerpo [Online]:

<http://elsistemamuscular.blogspot.com.es/2011/12/movimientos-musculares-del-cuerpo.html>

[17] José Manuel (2013), Músculos y movimiento. [Online]:

<https://es.slideshare.net/josemanuel7160/112mculos-y-movimiento-16999682>

[18] Curiosoando (2016), Tipos de musculos que hay en el sistema muscular humano. [Online]:

<https://curiosoando.com/que-tipos-de-musculos-hay-en-el-sistema-muscular-humano>

[19] Arte dinámico, Los músculos y la anatomía humana. [Online]:

<http://www.artedinamicocomic.com/php/tutorialesver.php?tutoriales=5>

[20] Natalia Poblete Ahumanda (2009), SLIDERSHARE, Organización y contracción muscular [Online]:

<https://es.slideshare.net/bioblogg/organizacin-y-contraccin-muscular>

[21] Club Ensayos (2013), La organización del sistema muscular. [Online]:

<https://www.clubensayos.com/Temas-Variados/La-Organizaci%C3%B3n-Del-Sistema-Muscular/1199777.html>

