





**UNIVERSIDAD ABIERTA INTERAMERICANA
FACULTAD DE MEDICINA Y CIENCIAS DE LA SALUD
LICENCIATURA EN KINESIOLOGÍA Y FISIATRÍA**

Título de la Tesis:

**“ ELECTROESTIMULACIÓN NEUROMUSCULAR
CON CORRIENTE RUSA. ”**

Autor: Ezequiel Mateo Martinich

Tutor: Lic. Sergio De San Martín

Asesor Metodológico: Dr. Andrés Cappelletti

Rosario, Santa Fé, Rep. Argentina.

- Entregada: Octubre, 2006 -

- Aprobada: Diciembre, 2006 -



1.- RESUMEN:

La modificación de la sección transversal del cuádriceps femoral, puede lograrse con estimulación eléctrica neuromuscular (EENM), con ejercicios o con la combinación de ambos.

La elección de la corriente, parámetros y combinación de ejercicios junto a la EENM, para alcanzar este objetivo, genera controversias.

No existe un consenso sobre su eficiencia (entiéndase logro significativo, en el menor tiempo posible) para hipertrofiar el citado músculo.

Esta investigación determinó las modificaciones del área muscular de muslo medio (AMMM) derecho, en tres protocolos:

- Protocolo A: EENM con corrientes rusas (CR). Parámetros: duración: 20 minutos, rampa de ascenso (RA) 4 seg., meseta (M) 8 seg., rampa de descenso (RD) 4 segundos y relajación (R) 32 seg.
- Protocolo B: ejercicios de sentadillas. Parámetros: 75% de 6RM, 10 series, 6 repeticiones con pausas de 90 seg.
- Protocolo C: combinado. Parámetros para CR: RA de 3 seg., M de 4 seg., RD de 3 seg. y R de 2 seg. Parámetros para sentadillas: idem Protocolo B.

La muestra fue intencional de 12 sujetos de ambos sexos (7 mujeres y 5 varones) de entre 18 y 25 años que no realizaran una práctica sistemática deportiva.

Quedando distribuidos aleatoriamente en el Protocolo A: 1 varón y 3 mujeres, en el Protocolo B: 4 mujeres y en el Protocolo C: 4 varones.

Se estableció la comparación interprotocolo, ninguno mostró ser significativo.

En la comparación intraprotocolo, el A no mostró cambios de jerarquía, el B fue efectivo (el que más rápido cambió) y el C fue el que más cambió, sin ser significativo, para protocolos de 5 semanas, de 2 sesiones semanales y parámetros mencionados.



2.- PALABRAS CLAVES:

Electroestimulación – Corriente rusa o de Kotz – Hipertrofia muscular – Cuádriceps femoral o crural – Ejercicios dinámicos – Aplicación intencionada – Antropometría.



3.- ÍNDICE:

Portada	1
Datos del trabajo	2
1.- RESUMEN	3
2.- PALABRAS CLAVES	4
3.- ÍNDICE	5
4.- INTRODUCCIÓN	7
5.- PROBLEMÁTICA	9
6.- OBJETIVOS.	9
Generales.	9
Específicos.	9
7.- ESTADO DEL ARTE.	10
<u>Electroestimulación neuromuscular:</u> corriente rusa o de Kotz.	10
<u>Reseña Anatomofuncional:</u> el cuádriceps femoral o crural.	12
<u>Histofisiología Muscular:</u> atrofia e hipertrofia.	14
<u>Entrenamiento Funcional:</u> la sentadilla (SQUAT).	18
<u>Antropometría:</u> mediciones.	23
8.- MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS.	27
Diseño metodológico.	27
Universo.	27
Muestra.	27
Variables a medir.	28
Cronograma de actividades.	29
Técnica de recolección de datos.	30



<i>Instrumentos de medición.</i>	31
<i>Instrumentos de aplicación.</i>	32
9.- DESARROLLO (RESULTADOS Y COMENTARIOS).	32
Referente a todos los protocolos.	34
Análisis bioestadísticos.	35
10.- CONCLUSIONES.	40
11.- RECOMENDACIONES.	43
Toma de mediciones.	43
12.- BIBLIOGRAFÍA.	44
13.- GLOSARIO Y ANEXOS.	52
Desarrollo de la toma de mediciones.	52
Planillas.	53
Agradecimientos del autor.	58



4.- INTRODUCCIÓN:

La utilización de corriente eléctrica con fines terapéuticos se remonta al año 10 a.C., en donde el médico Romano Scribonius Largo, utilizaba la tremielga o torpedo marmorata (pez de la familia torpedinidae que produce descargas eléctricas) con diferentes fines (Cotta et. al., 1974), como el del tratamiento de la gota (Pinsach, 2003; Boschetti, 2002).

Más adelante son Galvani (1767), Tesla (1791), Duchenne de Boulogne (1876), los primeros en introducir estimulación eléctrica en nervios periféricos íntegros de las extremidades, para excitarlos (Ventura, 1994).

Leduc (1900), Zeynek (1908), Bernard (1925), Nemeč (1950), Andrianova (1977), Capanna (1996) son, por nombrar algunos investigadores hasta llegar a la actualidad, quienes dedicaron gran parte de su vida a la investigación de los diferentes tipos de corrientes y sus efectos en los animales y seres humanos.

A principios del siglo pasado, son Lapique y Weiss, quienes nos dejan las leyes que rigen la manera en que se excitan las células musculares y nerviosas por impulsos eléctricos, sentando las bases para el desarrollo de este nuevo recurso electroterapéutico, denominado estimulación eléctrica neuromuscular (EENM o NEMS, por sus siglas en inglés).

Brasileiro et. al., definen la EENM como la acción de estímulos eléctricos terapéuticos aplicados sobre el tejido muscular a través del sistema nervioso periférico, a condición de su integridad.

Este impulso eléctrico, produce potenciales de acción sobre las células excitables como lo hace el cerebro.



Esto es, la acción emitida por el cerebro se propaga a gran velocidad hasta alcanzar la terminación axónica, donde la liberación del neurotransmisor acetilcolina, genera cambios en el interior de la célula, resultando en la contracción muscular.

El uso de la EENM esta muy extendido en el campo de la rehabilitación y del acondicionamiento físico, tanto deportivo, como estético (Boschetti, 2002).

Baker, señala, seis positivos efectos:

- Aumento de la fuerza o mantenimiento de la masa muscular después de períodos de inactividad.
- Mantenimiento de amplitud articular.
- Reeduación y facilitación del control motor voluntario.
- Disminución temporaria de los efectos de la espasticidad.
- Ayuda ortésica.
- Reducción de la formación de edemas.



5.- PROBLEMÁTICA:

La modificación del área muscular de muslo medio (AMMM) derecho se puede lograr con EENM, con ejercicios y con la combinación de ambos.

No existe acuerdo sobre su eficiencia (entiéndase logro significativo, en el menor tiempo posible).

6.- OBJETIVOS:

General:

Determinar la eficiencia de tres protocolos¹ para el logro de modificaciones en el AMMM (cuádriceps femoral) derecho.

Específicos:

- Establecer la modificación del AMMM (cuádriceps femoral) derecho mediante la utilización de EENM.
- Establecer la modificación del AMMM (cuádriceps femoral) derecho mediante la ejecución de ejercicios de sobrecarga.
- Establecer la modificación del AMMM (cuádriceps femoral) derecho mediante la utilización combinada de EENM con ejercicios de sobrecarga.

¹ Protocolo A: EENM con corrientes rusas (CR). Parámetros: duración: 20 minutos, rampa de ascenso (RA) 4 seg., meseta (M) 8 seg., rampa de descenso (RD) 4 segundos y relajación (R) 32 seg.

Protocolo B: ejercicios de sentadillas. Parámetros: 75% de 6RM, 10 series, 6 repeticiones con pausas de 90 seg.

Protocolo C: combinado. Parámetros para CR: RA de 3 seg., M de 4 seg., RD de 3 seg. y R de 2 seg. Parámetros para sentadillas: idem Protocolo B.

7.- ESTADO DEL ARTE:

Electroestimulación neuromuscular: corriente rusa o de Kotz.

Fue un médico ruso llamado Y. Kotz, quien en la década del '70, descubrió que una onda en particular producía la contracción profunda del músculo, con una sensación dolorosa baja (Gibbons, 2004).

Kotz, desarrolla e investiga en profundidad esta onda, basándose en que el hombre no puede alcanzar voluntariamente la máxima activación de un músculo (Cases de Orozco et. al., 2005) y la utiliza como complemento a los métodos del entrenamiento de la fuerza muscular, conocidos hasta ese momento.

Esta forma de entrenamiento *complementaria* (o "dinámica" como lo denomina Basas García et. al., 2001), toman estado público, cuando el atleta olímpico de la ex Unión Soviética, Valeriy Borzov, obtiene la medalla de oro en los 200 mts. llanos el 4 de septiembre de 1972, en las Olimpiadas de Munich (Cometti, 1998).

Kotz reportó en su momento ganancias de fuerza de entre un 30 a un 40%. Sus reportes llamaron tanto la atención en la comunidad científica de los EEUU, que Swearingen llegó a sugerir que Kotz habría adulterado los datos o que en los ensayos, en el país del Norte, no consiguieron replicar la técnica utilizada por Kotz (Brasileiro et. al. 2001).

A partir de ese momento toma gran interés la utilización de la EENM con diferentes objetivos, como mencionaba Baker.

Esta onda es lo que hoy en día se conoce como onda rusa, corriente rusa o corriente de Kotz.

La efectividad de este tipo de corriente en el fortalecimiento muscular, parece depender de un gran número de variables, como la forma de la corriente, intensidad del

estímulo, frecuencia de pulsos, número de sesiones por semana, entre otras (id.) y como se da en general en la fisioterapia, no existen protocolos universales para optimizar estos parámetros, siendo la dosificación, para algunos autores como Rodríguez Martín y Coarasa Liron de Robles, una de las "lagunas" más importantes que presenta esta ciencia.

La corriente rusa (CR), se caracteriza por ser una corriente de tipo senoidal, de media frecuencia - considerándose las mismas entre 1.000 y 100.000 Hz. (Ventura, 1994) -, con una frecuencia promedio de 2500 Hz., no deben ser ondas continuas, sino en ráfagas de 30 a 70 ciclos/segundo (algunos autores mencionan entre 20 y 100 Hz. – Bax et. al., 2005).

Comienzan de intensidad 0 y van subiendo durante 1 a 2 seg. (RAMPA DE ASCENSO), luego viene la zona de contracción de duración variable entre 1 a 10 seg. (MESETA) y luego la relajación de 1 a 50 seg. (RAMPA DE DESCENSO), variando estos tiempos según el uso que se le desee dar.

Para comprender esto, observemos el siguiente gráfico, en donde se interpretarán mejor los conceptos vertidos:

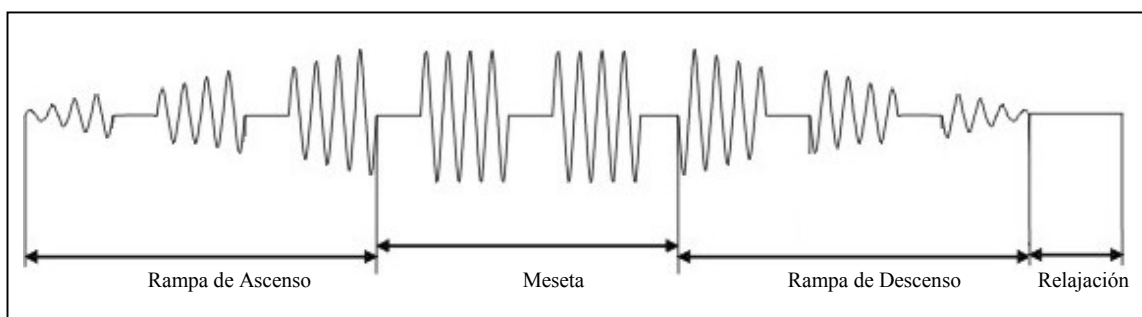


Figura N°1. Representación gráfica de las fases de la corriente rusa en una aplicación tipo.
(Modificado de Gibbons, 2004.)

Diferentes trabajos y bibliografías muestran mayor concordancia a la hora de ejecutar cada protocolo propuesto por los investigadores, en la frecuencia de los pulsos (fp) y la frecuencia de los trenes o agrupación de pulsos (Frecuencia de los Burst - FB).



Las mayores discrepancias aparecen en algunos de los parámetros como, la duración del pulso, los tiempos contracción/relajación (on – off), número de sesiones, por nombrar algunos.

V. gr., tanto Brasileiro et. al., Plaja, Coarasa Liron de Robles, Gibbons, Holcomb et.al., Linares et. al., Ventura y en el reciente trabajo del 2005 de Bax et. al., realizado en conjunto entre la Universidad de Kitasato, Sagamihara, Japón, la Universidad de Katolieke, Leuven, Bélgica y el Departamento General de Practicas de Rotterdam, Países Bajos, que recopila 2297 trabajos de fuentes como PubMed, Cochrane, Pedro, Cinahl, Embase y References relacionados con el tema, “ tamizándolos ” y seleccionando, para su posterior análisis, solo 35 de ellos, la fp utilizada se encuentra entre los 2.000 y 2.500 Hz. y la FB entre 20 y 100 Hz., pareciendo ser el rango óptimo entre 50 y 70 Hz. (Plaja, 2003).

Reseña Anatomofuncional: el cuádriceps femoral o crural.

El músculo seleccionado para ejecutar los diferentes protocolos es el cuádriceps femoral (m. quadriceps femoris²) o como lo denominan Rouviere – Delmas y Kapandji, “ cuádriceps crural ” (de ahora en adelante cuádriceps).

La elección no es casual, de todos los músculos del organismo, el cuádriceps es el más predispuesto a sufrir atrofia por inactividad (Coarasa Liron de Robles et. al.), con sus posteriores consecuencias.

Holcomb et. al., también menciona que la atrofia y la disminución de la fuerza, se asocian a la reducción de la actividad física.

² Se coloca seguida a cada estructura anatómica, la Nomenclatura Anatómica Internacional, Paris (1955), revisada (1988) (Rouviere – Delmas, 1996).



El cuádriceps es un potente músculo, cuya superficie de sección fisiológica es de 148 cm², lo que en un trayecto de 8 cm., le confiere una potencia de trabajo de 42 kilográmetros (Kapandji, 1993).

En cuanto a la función principal del mismo, es la de extender la rodilla (genu), por lo tanto al correr, escalar, patear, lo utilizaremos.

Para ubicarnos topográficamente haremos una breve reseña anatómica.

El cuádriceps es un músculo perteneciente al grupo anterior del muslo, envolviendo completamente al fémur (femur), formado por cuatro cuerpos musculares (cuádriceps significa "cuatro cabezas"), que son el crural (vastus intermedius), vasto externo (vastus lateralis), vasto interno (vastus medialis), estos tres monoarticulares y el recto anterior (rectus femoris), biarticular.

Sus extremos superiores están unidos al fémur o a la pelvis (pelvis), mientras sus extremos inferiores están anclados en la tibia (tibia), más específicamente en la tuberosidad tibial anterior (tuberositas tibiae), por medio del tendón cuadrícipital (lig. patellae) e insertándose en la cara superior de la rotula (patella) y desde la cara inferior de esta sale el ligamento rotuliano (lig. patellae), completando el aparato extensor de la rodilla.

La presencia de la rotula, hace que aumente la eficacia del cuádriceps, ya que la aleja del tendón cuadrícipital, cambiando la dirección de las líneas de fuerza del mismo, es decir modifica el brazo de palanca (Kapandji, 1993; Rouviere – Delmas, 1996).

Volviendo a los cuatro cuerpos musculares, es importante comentar lo referente a la fisiología del único músculo biarticular, el recto anterior (RA).

Este músculo no va a representar más que la quinta parte de la fuerza total del cuádriceps.

Al discurrir por delante del eje de flexión – extensión de la cadera (articulatio coxae) y por delante del de la rodilla, el RA también se encarga de ser flexor de la cadera y como integrante del cuádriceps, extensor de la rodilla.

Su eficacia como extensor de la rodilla, valga la redundancia, depende de la posición de la cadera y con respecto a su función como flexor de la cadera, está dada por la ubicación de la rodilla, siendo las otras tres cabezas del cuádriceps más eficaces que el RA, que ya estará distendido por la flexión de la cadera.

Nos parece relevante mencionar, como así lo refiere Kapandji, que, por acción de los glúteos (m. gluteus), la cadera se coloca en extensión, en tanto que la rodilla y el tobillo (art. talocruralis) se extienden y así el cuádriceps posee su potencia máxima, gracias a la eficacia aumentada del RA.

Párrafos más adelante, al desarrollar lo referido a la sentadilla, ampliaremos otras características de este músculo, el RA.

Histofisiología Muscular: atrofia e hipertrofia.

Vimos que el cuádriceps, debido a la inactividad física, sufre de atrofia muscular. Para comprender mejor este concepto y el de hipertrofia, debemos enfocar la mirada hacia la histofisiología, más precisamente a la miofibrilla.

El músculo está constituido funcionalmente por unidades motoras, las cuales se van a contraer ante el impulso eléctrico que viaja por el nervio a la placa motora. La contracción se va a dar a través de un fenómeno conocido como “ todo o nada ”, en el cual las fibras se van a contraer todas simultáneamente o estarán en reposo (Plaja, 2003).



Las unidades motoras no son todas iguales, existen las tónicas con fibras musculares de tipo I, rojas, de contracción lenta y resistente a la fatiga, las fásicas con fibras musculares tipo IIa, pálidas, de contracción rápida pero poco resistente a la fatiga y un tipo intermedio tónico - fásico o fibra muscular tipo IIb, con propiedades mixtas (id.).

Aquí debemos hacer un paréntesis y mencionar la importancia de tener conocimiento de los diferentes tipos de fibras musculares y sus proporciones en el músculo a estudiar, debido a que la EENM, tiene selectividad de reclutamiento de las fibras tipo IIa, según Brasileiro et. al.

No solo esto se debe tener en cuenta, sino también, que los tiempos de respuesta de las fibras tipo I, son mayores que las de tipo IIa, por ende necesitan tiempos de impulso más largos y frecuencias más bajas (Basas García, 2001).

Retomando la idea, decíamos que un músculo con escasa actividad se atrofia, en esta atrofia hay una conversión de fibras tipo I en IIb. Al realizar nuevamente actividad física, el proceso puede ser revertido (Plaja, 2003; Rodríguez, 2005).

Häkkinen (2004), en una de sus tantas investigaciones, nos dice que en hombres y mujeres sanos, previamente desentrenados, puede darse la hipertrofia si las cargas de entrenamiento exceden (sobrecarga) suficientemente las actividades normales de la vida diaria de un músculo en particular.

Esto mantiene estrecha relación con dos de los principios del entrenamiento, el de la especificidad y la individualización, de la carga (Boschetti, 2002).

Recientes investigaciones, ratifican esto. Por ejemplo, Scarfó (2005), habla de la respuesta hipertrófica específica de los músculos sobrecargados, la activación del sistema hormonal IGF- I (Insulin - Like Growth Factor I, factor I de crecimiento como



la insulina) requiere de la modulación (mediado por la carga) de la eficacia de hormonas en los músculos ejercitados.

En el deporte o para aumentar el nivel de capacidad física, se realizan ejercicios para lograr un mejor rendimiento en potencia y resistencia muscular, a través de dos modos, la hipertrofia y la reducción del déficit de fuerza (Plaja, 2003) siendo el primer modo el que desarrollaremos por ser parte fundamental para nuestra investigación.

También es bien documentado el aumento gradual de la hipertrofia muscular, a medida que avanza el entrenamiento intenso de la resistencia (Häkkinen, 2004). Acá estamos haciendo mención a otro de los principios del entrenamiento, el de la progresión de las cargas (Boschetti, 2002).

La hipertrofia muscular se da por un aumento del volumen del músculo, no por creación de nuevas fibras, sino por aumento del tamaño de las miofibrillas de cada músculo (Plaja, 2003).

Este aumento está dado por la intensificación de los procesos metabólicos (la IGF-I, produce estimulación directa de la síntesis de proteínas miofibrilares - Scarfó, 2005) durante las contracciones musculares importantes e intensas llevadas a cabo en los diferentes ejercicios. Como consecuencia de ello los procesos catabólicos predominan sobre los de síntesis, aumentando el consumo de aminoácidos (Häkkinen, 2004), provocando que en los períodos de recuperación sea necesaria la regeneración del contenido de proteínas, factor que conduce al aumento del volumen muscular (López Ortega, 2001).

La hipertrofia del músculo esquelético es regulada de diferentes formas por al menos tres procesos moleculares: mayor actividad de células satélite, transcripción genética y



codificación proteica, influyendo en la actividad de cada uno de estos tres puntos la IGF-I (Scarfó, 2005).

El incremento del área transversal del músculo es el resultado del aumento del tamaño de las miofibrillas, más el del tejido conectivo no contráctil entre las mismas, según lo mencionado por Mc Dougall (1991), citado por Häkkinen (2004).

Este fenómeno de hipertrofia se podrá conseguir con actividades de fuerza media, pero continuada, con contracciones musculares voluntarias superiores al 70 - 80% de la fuerza voluntaria máxima (Hegedüs, 1998; Pinsach, 2004), con descansos breves y llegando a la fatiga (Plaja, 2003). Otros autores amplían aún más este rango, proponiendo entre 60 – 80% (Häkkinen, 2004).

Luego de analizar los trabajos de estos autores, nos queda el concepto de que hay una relación entre el tiempo designado al descanso entre las repeticiones de una serie y el estado de fatiga que se alcanzará, podemos decir que: menor sea el descanso entre repeticiones, mayor será el estado de fatiga, debido a que la acidosis intracelular se mantiene y la fatiga muscular perdura, retrasando el tiempo de la recuperación.

Aunque la duración del trabajo de campo de la presente investigación es de cinco semanas, nos parece importante mencionar lo referido al nivel final de hipertrofia muscular que se puede alcanzar en mujeres y hombres en relación a las concentraciones plasmáticas básicas de hormonas endógenas anabólicas y/o catabólicas (Häkkinen, 2004), teniendo en cuenta que la testosterona no es la principal hormona que induce a la hipertrofia muscular, sino que responde a otros factores y mecanismos más intrínsecos (Scarfó, 2005).

Durante el entrenamiento de semanas, las hormonas endógenas anabólicas y/o catabólicas, se mantienen normales, pero si el entrenamiento se prolonga a varios meses



o años, estos niveles aumentarán en hombres, ergo, la hipertrofia será mayor en ellos, que en mujeres (Häkkinen, 2004).

Existe lo que Plaja denomina " déficit de fuerza ", dado por la diferencia entre la potencia máxima alcanzada por la EENM y la potencia máxima alcanzada por la contracción voluntaria, que oscila entre un 10 y 30%.

La contracción voluntaria, puede llegar a activar un 70 - 90% de las unidades motoras de un músculo en un esfuerzo máximo ya que reserva una porción para relevarlos y evitar la fatiga (CONTRACCIÓN ASINCRÓNICA).

La EENM podrá activar el 100% de las unidades motoras, lo que se conoce como contracción masiva o supramáxima (CONTRACCIÓN SÍNCRONA o SINCRÓNICA INDUCIDA ELECTRICAMENTE).

Por último, debemos tener en cuenta otro dato que menciona Lanzani, citado por Pinsach (2003), que resumiendo, nos dice que, la EENM tiene la ventaja de actuar en grupos musculares que el entrenamiento tradicional no consigue alcanzar.

Entrenamiento Funcional: la sentadilla (SQUAT).

Hemos mencionado la EENM, el músculo cuádriceps, los conceptos de atrofia e hipertrofia, pero nos está faltando un punto importante que son los ejercicios.

Como vimos la función principal del cuádriceps es la de extender la rodilla, es por esto que la elección del ejercicio para llevar a cabo la investigación debe contemplar este aspecto del citado músculo. Por ello, hemos elegido uno de los ejercicios para miembro inferior que más controversias genera a la hora de practicarse, la sentadilla (SQUAT).



Solo basta con analizar algunos de los siguientes ítems para darnos cuenta que es en la metodología de trabajo del mencionado ejercicio, en donde debemos poner mayor atención.

Las sentadillas, debido a que nos da la posibilidad de reclutar varias unidades motoras (Plaja, 2003) y obtener un incremento en la coordinación intra e intermuscular (Hegedüs, 1998), son un excelente ejercicio para los miembros inferiores.

Específicamente se las utiliza para el trabajo del cuádriceps, pero no debemos dejar de mencionar que en cadena cinética cerrada (CCC), como es el caso de las sentadillas, se reclutan también los isquiosurales (m. biceps femoris, m. semitendinosus, m. semimembranosus), glúteos mayores (m. gluteus maximus) y gemelos (m. gastrocnemius), además de que en CCC hay preferencia de reclutamiento de los vastos (vastus) (Escamilla et. al., 1998).

Antes de comenzar la ejecución del ejercicio, como en toda actividad física, es conveniente realizar un calentamiento por parte del individuo que lo realizará, además, en este caso agregar estiramientos estáticos y balísticos (Parera et.al., 2005) y series de sentadilla al 50 %.

Ahora bien, uno de los grandes dilemas de las sentadillas, es el de la profundidad de flexión de rodillas. Anselmi, citado por Antoniazzi, nos dice "...detener el descenso en 90° de flexión presupone ejercer una presión contra la barra mayor que la del peso mismo para vencer la inercia del movimiento y revertir el movimiento generando stress ligamentario. Esto no se produce si el movimiento encuentra su freno natural."

Este freno natural se arrastra desde miles de años atrás, ya que el individuo comía, paría, defecaba, etc. en esta posición, es decir en cuclillas profunda (Parera et.al., 2005).



Con el correr de la historia, hasta la actualidad, el hombre civilizado fue modificando estos hábitos, con la consecuente pérdida de dicha postura, dificultando quizás esto, lograr la sentadilla profunda, sino es mediante el entrenamiento.

Por lo tanto, ¿flexión profunda o a 90°, es la pregunta.

Ya es conocido que el ángulo de mayor inestabilidad de la rodilla es a 90°, entonces ¿por qué someter a la articulación a esta prueba?, si la sentadilla profunda puede fortalecer los tendones de la rodilla (Hegedüs, 1998).

Cabe mencionar que, realizar la sentadilla profunda, implica tener el gesto técnico de la misma incorporado, lo cual conlleva un determinado período de entrenamiento y preparación física, para que las estructuras anatómicas del cuerpo toleren este ejercicio, es por esto que en poblaciones desentrenadas, conviene comenzar con la sentadilla con una profundidad de flexión de 90° e ir avanzando, conforme la persona lo tolera, hacia la sentadilla profunda.

Con respecto a donde colocar la barra a la hora de ejecutar la sentadilla, existen varias opciones.

Dentro de ellas puede ser colocar la barra atrás, sobre los hombros, esta opción produce una disminución de la exigencia de los extensores de rodilla (Antoniazzi, 2003) y las fuerzas de compresión a nivel lumbar son mayores (Russell et.al., 1989).

Otra opción es con la barra adelante, sobre los hombros, ya que así se generará un aumento de la exigencia de los extensores de rodilla (Antoniazzi, 2003), evitándose producir algún tipo de discopatía, más específicamente el posible cizallamiento del disco intervertebral a nivel L5 – S1 (Parera et.al., 2005).

Por lo tanto es la segunda opción la que se tendrá en cuenta en el presente trabajo.



Nos parece importante hacer referencia a la ejecución técnica de la sentadilla, mencionando que debe conservarse en todo el movimiento la espalda siempre erguida, comenzar el descenso flexionando las caderas y las rodillas, sumando flexión dorsal del tobillo (fase excéntrica).

La fase excéntrica o como mencionan otros autores "trabajo negativo", es la responsable de los mayores incrementos en el desarrollo de la hipertrofia (López Ortega, 2001).

A medida que descendemos la distancia recorrida es mayor en la sentadilla profunda, por lo tanto la desaceleración es más lenta y el riesgo de lesión menor (Hegedüs, 1998) y de esta manera podemos decir que la finalización del movimiento va a estar dado por un *tope fisiológico*, el choque de la región posterior del muslo con los gemelos y no detenido por la voluntad del sujeto que esta realizando la sentadilla.

El ascenso, se realizará, extendiendo caderas y rodillas, y flexionando el tobillo (fase concéntrica).

Cuando hablábamos del único músculo biarticular del cuádriceps, decíamos que íbamos a comentar algo más de él, pero en relación a las sentadillas, es por ello que hacemos mención aquí y en base a su análisis biomecánico, de la acción del recto anterior (RA) en la fase de ascenso de la misma, con extensión de caderas y rodillas.

Al elevarnos, el RA, desempeña una función importante, ya que es el único de los cuatro cabos del cuádriceps que no pierde su eficacia en el curso del movimiento, además el RA va ser el encargado de transferir la fuerza al glúteo mayor.

Cabe destacar que el sujeto no debe poseer desviaciones de la columna, acortamiento del tríceps sural (triceps surae), esto último, se puede corregir inclinando el cuerpo levemente hacia el frente o con una cuña de no más de 3 cms. colocándola debajo del



talón o una plantilla dentro del calzado, siendo esto paliativo, ya que se deberán hacer los ejercicios de flexibilidad correspondientes para mejorar este inconveniente (Antoniazzi, 2003).

La posición anatómica de las articulaciones de tobillo y rodilla respetando la dirección del eje longitudinal de cada pie (así evitamos el varo o el valgo), evitar la extensión brusca de rodilla (por la presión sobre meniscos – meniscos articulares) ya que podrían verse agravados estos cuadros, son indicaciones elementales (id.).

Además, e independientemente de la opinión de Rodríguez Martín y Coarasa Liron de Robles sobre la dosificación en electroterapia; y más allá de la puesta en práctica de las sentadillas; ambas prácticas requieren una correcta dosificación y es aquí donde surgen siempre las mismas dudas ¿cuántas series?, ¿cuántas repeticiones?, ¿cuánta pausa? y ¿con cuánta carga?.

Muchas series provocan un vaciado rápido de glucógeno y aumento de la rotura proteica, conduciendo a un catabolismo excesivo, es por esto que en grupos musculares grandes se aconseja de 8 a 12 series de 6 a 8 repeticiones y con una carga de un 70 - 80% de la máxima capacidad (López Ortega, 2001; Hegedüs, 1998; Häkkinen, 2004).

Con respecto a la pausa, un estudio del Departamento de Educación Física y Ciencias del Deporte de la Universidad de Razi, Kermanshah, Iran, a cargo de Rahimi (2005), determinó que, una pausa de 5 minutos entre las series, permite que se complete un mayor volumen de entrenamiento (número total de repeticiones completadas durante las series), con una carga del 85% de 1RM.

Zatsiorkij, citado por Boschetti (2002), dice que la pausa deber ser de entre 45 y 90 segundos, para la destrucción masiva y la reconstrucción incompleta de ATP y proteínas.



Otra teoría interesante es la de Kramer, que propone como ideal 60 segundos, ya que en este tiempo se verifica la mayor producción de hormona del crecimiento (GH) (id.)

Debido a que en el presente estudio, no se trabajará al nivel de la investigación de Rahimi (85% de 1RM), las pausas serán de 60 - 90 segundos, que es lo que se aconseja cuando se trabaja al 60 - 70% del máximo (Rahimi, 2005; Coarasa Lirón de Robles, 2001; id., 2001; Häkkinen, 2004; Lopez Ortega, 2001).

Antropometría: mediciones.

Un criterio de validez básico para una técnica de medición, debe ser medir lo que realmente pretende medir (Saez Madain, 2004).

Si a esto le sumamos ventajas como la sencillez en la toma de los datos, seguridad, ser no invasivo, económico, aplicable a individuos de diferentes edades, sexos y situaciones, y la posibilidad de reproducibilidad, mejor aún (Rizzoli, 2005; Tejedor García, 1997).

¿Qué técnica reúne todas estas condiciones? la antropometría.

En la antigua Grecia ya se hacía referencia a la forma humana y la relación de esta con diferentes variables de su entorno, siendo los griegos quien por primera vez clasificaron a los humanos en función de su morfología (Pellenc et. al., 2006).

Uno de los primeros estudios reportados sobre la base de mediciones antropométricas se remontan al año 1890, cuyo responsable fue Kupriyanok, utilizando perímetros corporales (id.).

Pero fueron los del antropólogo checoslovaco Jindrich Matiegka en 1921, los que permitieron realizar las primeras estimaciones de los distintos componentes del cuerpo,



clasificándolos en: óseo, graso, muscular y residual (órganos y vísceras) (Rizzoli, 2005; Pellenc et. al., 2006).

Más adelante sobresalen investigaciones como las de Behnke et. al. (1942), que estimaron los componentes relativos de la masa grasa y masa libre de grasa (modelo de dos componentes en el cuerpo humano), seguidos por trabajos de Brozek et.al. (1953 – 1963), paralelamente Siri et. al. (1956 – 1961), según Withers et. al (1999) citado por Pellenc et. al., (2005).

También en la década del '50 no nos debemos olvidar de Sheldon y su teoría de los tres componentes primarios del cuerpo humano, de Parnell (1954 – 1958), que ya en ese momento registraba pliegues cutáneos, diámetros, perímetros óseos, además de la edad, peso y talla (Pellenc et. al., 2005).

Posterior a ellos, en 1964, gracias a Bárbara Heath y J. Carter, surge el método Heath - Carter, que valorando pliegues cutáneos y antropometría han demostrado ser indicadores bastantes útiles del grado de entrenamiento (id.)

Entonces, ¿cómo podemos definir a la antropometría?, Pellenc cita dos definiciones, una es la de Agnew et. al. (1979), que dice que " es la parte de la antropología, que trata las medidas y proporciones del organismo humano, con fines comparativos y estadísticos "; otra es la de Wang et. al. (1992), la define como " la rama de la biología humana que se ocupa de la cuantificación in vivo de los componentes corporales, las relaciones cuantitativas entre los componentes y los cambios cuantitativos en los mismos relacionados a varios factores influyentes ".

En resumen, vemos que la antropometría consiste en la sistematización de una serie de mediciones técnicas, que expresan cuantitativamente las dimensiones del cuerpo humano, con diferentes fines, como ser comparativos o estadísticos.



Por todo esto, la Educación Física, las Ciencias del Deporte, las Ciencias Biomédicas, han incrementado su uso a lo largo de los últimos años (Pellenc et. al., 2005).

La toma de mediciones incluye diámetros de huesos, longitudes y segmentos, alturas, perímetros del tronco y miembros y pliegues cutáneos (Rizzoli, 2005), dependiendo de que se desee investigar en una población, se utilizarán todas estas variables o solo algunas.

Perímetros y pliegues, nos brindan información sobre aspectos fenotípicos como tejido adiposo y muscular (id.), principales medidas a registrar en nuestra investigación.

Los datos obtenidos pueden usarse como indicadores de estado y cambios por sí solos, generar índices específicos (Rizzoli, 2005) o también, volcarse a fórmulas específicas para realizar otros cálculos, existiendo a nivel internacional la ISAK (Internacional Society for the Advancement of Anthropometry), estructura académica que avala la técnica y sitios de medición, para esta disciplina.

Al inicio del apartado Saez Madain, nos decía que tengamos en cuenta medir lo que queremos medir.

Aunque parezca risorio, muchas veces cuesta identificar el instrumento o la técnica de medición para lo que se quiere medir, es por ello que en la antropometría, un tema clave es la selección de mediciones. Esto depende de que se va a estudiar y cuestiones específicas que estén bajo consideración (Pellenc et. al., 2005).

Por ejemplo, en la presente investigación necesitamos calcular el área muscular de muslo medio derecho y ver su modificación en el tiempo, entonces ¿para qué vamos a tomar el pliegue subcutáneo subescapular?.

Es por ello que debemos plantearnos bien que vamos a investigar, para luego comenzar a medir y obtener respuestas acordes al objetivo de la investigación.

La fórmula utilizada en la presente investigación es la modificada de Fernández Vieitez et. al., 2000 (ver Fórmula N° 1 en 8.- MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS - Técnica de recolección de datos.), que tiene en cuenta áreas grasas y muscular del muslo medio, considerando que la primera es un anillo, circunferencia de muslo medio y pliegue subcutáneo anterior de muslo medio (ver Figura N° 2 - Arcodia, 2006).

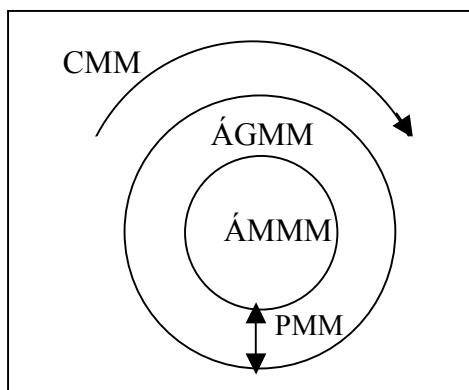


Figura N° 2. Áreas grasa y muscular tradicionales de muslo medio. CMM: Circunferencia de muslo medio, ÁGMM: Área grasa de muslo medio, ÁMMM: Área muscular de muslo medio y PMM: Pliegue de muslo medio (Modificada de Arcodia, 2006.)

Como toda técnica, tiene su " talón de Aquiles ".

Fernandez Vieitez et. al. (2000), comparó la antropometría con la TAC (tomografía axial computada) para la determinación de las diferencias, relaciones e intercambiabilidad entre los valores de área muscular de las extremidades inferiores (entre ellos muslo medio), en 17 varones adultos de 26 años de edad (+/- 3,9), peso de 76, 3 Kg. (+/- 7,1) y talla 177, 2 cms. (+/- 3,9) y encontró una tendencia a la sobreestimación por parte de la antropometría, lo cual lo llevó a sugerir practicarle ciertas correcciones al método antropométrico, para estimar la áreas musculares.

Esto es real, pero la antropometría, permite realizar mediciones a un gran número de sujetos, con muy bajo costo, debido a que el instrumental utilizado es de fácil adquisición, portátil y duradero, a tal punto que Fernandez Vieitez en la investigación antes citada, hace referencia a este aspecto.



Como cierre, podemos decir que toda técnica, implica su entrenamiento y que para que las mediciones utilizadas para una investigación, sean lo más fiable posible, es adecuado una correcta y minuciosa ejecución de las mismas.

8.- MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS:

Diseño metodológico:

La investigación constó de un diseño de campo de tipo experimental, llevándose a cabo durante los meses de noviembre de 2005 y Octubre de 2006, en la Universidad Abierta Interamericana, Sede Regional Rosario (Santa Fé, Argentina) en el Laboratorio de Fisioterapia.

Universo:

Alumnos de la Lic. en Kinesiología y Fisiatría de la Universidad Abierta Interamericana, Sede Regional Rosario, que no realizaran una práctica sistemática deportiva.

Muestra:

Se seleccionó de manera intencional, integrada por 12 sujetos de ambos sexos de entre 18 y 25 años que no realizaran una practica sistemática deportiva.

7 fueron mujeres, cuyas edades medias al inicio de la investigación fueron de 19,29 años (+/- 0,49), sus pesos medios de 61,01 Kg. (+/- 5,93) y sus alturas medias 165,14 cms. (+/- 4,18) y 5 varones cuyas edades medias al inicio de la investigación fueron de 20,4 años (+/- 1,52), sus pesos medios de 79,63 Kg. (+/- 20,49) y sus alturas medias 178,2 cms. (+/- 7,69).



A estos 12 sujetos se los invitó a que eligieran uno de los siguientes protocolos:

- Protocolo A
- Protocolo B
- Protocolo C

sin informarles en que consistía cada uno de ellos, ya que algunos trabajos mencionan que si el individuo sabe a que tipo de estímulo va a estar sometido, puede estar influenciando este factor psicológico a los resultados finales (Linares et. al., 2004).

Se confeccionaron 3 grupos de 4 individuos cada uno, quedando distribuidos de la siguiente forma:

- Protocolo A: 1 varón y 3 mujeres.
- Protocolo B: 4 mujeres.
- Protocolo C: 4 varones.

A cada uno de ellos se le asignó un código que representaba el protocolo elegido y el número de sujeto de ese protocolo, por ejemplo: PA-1, indica: Protocolo A, Sujeto 1.

Una vez asignado el código, se completaron los datos del sujeto en la planilla correspondiente a el protocolo elegido: A, B o C (para una mejor interpretación ver planillas en ANEXO).

Variables a medir:

Dependientes:

- Hipertrofia muscular.

Independientes:

- Intensidad de corriente.
- Tiempo de aplicación de la corriente.
- Carga del ejercicio (peso).



Intervinientes:

- Edad.
- Sexo.
- Índice de masa corporal (de ahora en adelante: IMC).

Cronograma de actividades:

A través del siguiente *Cronograma de actividades* se detallan los tiempos de cada etapa y fases del proceso de la investigación:

Cronograma de Actividades												
	2005		2006									
Nº de Act.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.
1	X	X	X	X	X							
2					X							
3						X						
4							X	X	X			
5										X	X	X
6												X
7												X

- 1.- Profundización del estado del arte.
- 2.- Selección de la población de estudio.
- 3.- Coordinación de días y horarios para llevar a cabo la toma de mediciones.
- 4.- Elaboración y organización de las planillas para el registro de datos.
- 5.- Toma de mediciones y registro de datos obtenidos.
- 6.- Análisis de los resultados obtenidos y desarrollo de conclusiones.
- 7.- Elaboración y entrega del informe final.



Técnica de recolección de datos:

En total fueron 4 evaluaciones:

- Inicial: pre desarrollo del trabajo;
- 1^{ra} durante la ejecución de los protocolos: a la segunda semana;
- 2^{da} durante la ejecución de los protocolos: a la cuarta semana;
- Final: post desarrollo del trabajo, a la quinta semana.

Los datos se obtuvieron a través de mediciones antropométricas (ver su desarrollo en 13.- GLOSARIO Y ANEXOS) de los sujetos de estudio, según Arcodia (2006), sistematizadas de esta manera:

A) Posicionamiento del sujeto.

B) Marcación de las referencias para las mediciones.

C) Toma de mediciones. Los valores de Circunferencia de Muslo Medio (CMM), en cm. y Pliegue de Muslo Medio (PMM), en mm., sirvieron para el cálculo del Área Muscular de Muslo Medio (AMMM) en cm.² (ver Fórmula N° 1).

$$\text{AMMM} = [(\text{CMM} - \pi \times \text{PMM})^2] / 4 \pi$$

Fórmula N° 1. Cálculo del área muscular de muslo medio

(Modificada de Fernández Vieitez et. al., 2000.)

En donde $\pi = 3,1416$, PMM se pasó a cm. para que el valor AMM sea en cm.² y 4π , se tomó también con cuatro decimales: 12, 5664.

El calculo del AMM de cada evaluación, de cada uno de los sujetos, se registró en una planilla aparte (ver ANEXO).

D) A la propuesta de Arcodia (2006) se le agrega la toma del peso en Kg. y la altura en cms., para el cálculo del Índice de Masa Corporal (IMC), (con lo cual fue necesario, pasar la altura a mts.) de cada sujeto (ver Fórmula N° 2).

$$\text{IMC} = \text{Peso} / (\text{Altura}^2)$$

Fórmula N° 2. Cálculo del índice de masa corporal.

Se calculó la media y el desvío estándar del IMC del grupo.

Cada evaluación consistió en la toma de tres mediciones: T1, T2 y T3, calculando el promedio entre estas. Con estos valores, se calcularon las medias, desvíos estándar y se generó la Gráfica de Progresión Temporal en Excel.

En ANOVA[®] se infirió sobre los parámetros poblacionales y también se generaron la gráficas de Barras de Error.

T1, T2 y T3 fueron volcadas en planillas elaboradas especialmente para cada uno de los grupos de estudio (ver ANEXO).

Instrumentos de medición:

- Calibre para pliegues cutáneos Harpenden Skinfoil Calipers Body Care[™].
Ancho Máximo: 40 mms. / Ancho Mínimo: 0,2 mms. (Made in England);
- Centímetro antropométrico con traba autobloqueante Merck & CO. Inc.[™].
Longitud Máxima: 150 cms. / Longitud Mínima: 0,1cm. (Made in USA);
- Balanza ROMA. Modelo BPP. Peso Máximo: 150 Kg / Peso Mínimo: 5 Kg.
(Hecha en Argentina);
- Tallímetro ROMA. Modelo BPP. Altura Máxima: 200 cms. / Altura Mínima: 0,5 cms. (Hecha en Argentina);
- Fibrón indeleble;



- Software:
 - Microsoft[®] Excel 2002 (10.4302.42.19) SP-2³. Para el cálculo de las medias, desvíos estándar y generación de la Gráfica N° 1.
 - SPSS 11.5 para Windows[®] (cálculos por ANOVA[®]). Para inferencias poblacionales y generación de las Gráficas N° 2, 3, 4 y 5.

Instrumentos de aplicación:

- Generador de Ondas Rusas Secuencial (corrientes de Kotz) TEXEL S.A.[®]
- Barra de pesos libres.
- Discos de sobrecarga.
- Cuña de realce para apoyo de talones de 3 cms. de altura.

9.- DESARROLLO (RESULTADOS Y COMENTARIOS):

- **Protocolo A**: electroestimulación neuromuscular con CR.

a) Posicionamiento de los sujetos: sentados en una camilla (de modo que la línea interarticular de la rodilla quede al borde de la misma) y ambos miembros pendiendo de esta.

b) Colocación de electrodos: mediante la técnica bipolar (utilizando electrodos de goma conductora), con el electrodo positivo a 8 cms. por debajo de la espina iliaca anterosuperior (spina iliaca anterior superior), y el negativo 5 cms. por encima del polo superior de la rotula⁴ ajustados con velcro al muslo derecho.

Como intermediario (entre sujeto y electrodo), un paño de tela (tipo Ballerina), humedecido en agua.

³ Copyright[®] Microsoft Corporation 1985 – 2001. Reservado todos los derechos.



Las distancias a las que fueron colocados los electrodos son aproximadas, debido a que según el sujeto, se iba variando la ubicación del electrodo positivo, para buscar una mejor contracción y sin dolor.

c) Ejecución y duración de la sesión: se inició subiendo paulatinamente la intensidad de la corriente, hasta que la contracción llevara a la máxima extensión la rodilla.

La duración fue de 20 minutos, con una rampa de ascenso de 4 segundos, un período de meseta de 8 segundos, una rampa de descenso de 4 segundos (período de trabajo total 16 segundos) y un período de relajación de 32 segundos (el doble del período de trabajo total). Al finalizar se desconectó a los sujetos.

- **Protocolo B**: ejercicios de sentadillas.

a) Técnica de la sentadilla: se educó a los sujetos en la técnica de la sentadilla y su gesto técnico, y la practicaron algunas veces antes de iniciarla.

b) Test de carga: a través de 6RM, para determinar el 75% de esa carga. Este fue el valor inicial que manejaron al comenzar la ejecución del protocolo.

Se retesteó este valor, debido a la adaptación al entrenamiento de los sujetos, ergo fue la única variable de este protocolo que se fue modificando a lo largo de la ejecución del mismo.

c) Posicionamiento de los sujetos: se les colocó una cuña de 3 cms. debajo de ambos talones, para ejecutar la sentadilla, debido a el acortamiento, que presentaron los sujetos, del tríceps sural.

d) Ejecución y duración de la sesión: la carga se levantó en 10 series de 6 repeticiones cada una, a 90° de flexión de rodilla, con un tiempo de pausa entre series de 90

⁴ Existen muchas controversias en la colocación de electrodos, se optó por la descripta, integrando las distintas propuestas de los diferentes trabajos consultados, entre ellos el de Linares et. al. (2004).

segundos (ver el apartado *Entrenamiento Funcional: la sentadilla (SQUAT)*, del *ESTADO DEL ARTE*).

- **Protocolo C**: combinado (electroestimulación neuromuscular con CR + ejercicios de sentadillas).
 - a) Técnica de la sentadilla: idem Protocolo B.
 - b) Test de carga: idem Protocolo B.
 - c) Posicionamiento de los sujetos: idem Protocolo B, además se les colocó los electrodos según el paso " b " (Colocación de electrodos) del Protocolo A, ya que aquí se trabajó de forma combinada.
 - d) Ejecución y duración de la sesión: para la EENM se manejaron diferentes parámetros a los utilizados en el Protocolo A.

Se estableciendo una rampa de ascenso de 3 segundos, un período de meseta de 4 segundos, una rampa de descenso de 3 segundos (período de trabajo total 10 segundos), coincidiendo el período de relajación con el de descanso entre series, con lo cual finalizada la rampa de descenso, se pausaba el equipo por el lapso de 90 segundos.

En este protocolo, los sujetos debían seguir los tiempos del electroestimulador, mientras ejecutaban las sentadillas.

Finalizado, se desconectaba a los sujetos.

Referente a todos los protocolos:

- Se llevaron a cabo durante 5 semanas a razón de 2 sesiones semanales.
- Excepto en el Protocolo A, antes de iniciar la ejecución de los mismos se realizaba un calentamiento con estiramientos estáticos, balísticos y series de sentadilla al 50 %.



- Finalizada la ejecución de cada una de las sesiones se invitaba a los sujetos a elongar principalmente ambos cuádriceps, además de otros músculos involucrados en el ejercicio, actitud tomada por todos los sujetos.

Análisis bioestadísticos:

Del cálculo del AMMM y sus diferencias a la 4^{ta} y 5^{ta} semana, de cada sujeto en todas las evaluaciones, se desprenden los siguientes resultados (Tablas N° 1, 2 y 3).

Tabla N° 1 - Protocolo A: electroestimulación neuromuscular con CR.

	Evaluación Inicial	1° Evaluación	2° Evaluación	Evaluación Final	Dif. a la 4^{ta} sem.	Dif. a la 5^{ta} sem.
1	144,08	123,45	144,21	140,23	0,13	-3,85
2	136,45	140,4	136,25	138,42	-0,2	1,97
3	157,58	160,03	166,07	164,3	8,49	6,72
4	179,53	182,7	191,67	192,8	12,14	13,27
Media	154,41	151,65	159,55	158,94	5,14	4,53
DE	18,889	25,535	24,849	25,471	6,160	7,256

Tabla N° 2 - Protocolo B: ejercicios de sentadillas.

	Evaluación Inicial	1° Evaluación	2° Evaluación	Evaluación Final	Dif. a la 4^{ta} sem.	Dif. a la 5^{ta} sem.
1	182,61	183,4	191,44	190,48	8,83	7,87
2	143,15	146,32	155,59	147,01	12,44	3,86
3	167,39	158,04	168,64	172,67	1,25	5,28
4	182,55	-	-	-		
Media	168,93	162,59	171,89	170,05	7,51	5,67
DE	18,616	18,954	18,145	21,853	5,711	2,033

Tabla N° 3 - Protocolo C: combinado (electroestimulación neuromuscular con CR + ejercicios de sentadillas).

	Evaluación Inicial	1° Evaluación	2° Evaluación	Evaluación Final	Dif. a la 4^{ta} sem.	Dif. a la 5^{ta} sem.
1	182,55	-	-	-		
2	196,53	198,22	209,65	211,23	13,12	14,7
3	183,39	185,76	187,48	188,48	4,09	5,09
4	291,92	287,94	301,27	302,35	9,35	10,43
Media	213,60	223,97	232,8	234,02	8,85	10,07
DE	52,606	55,746	60,324	60,259	4,535	4,815

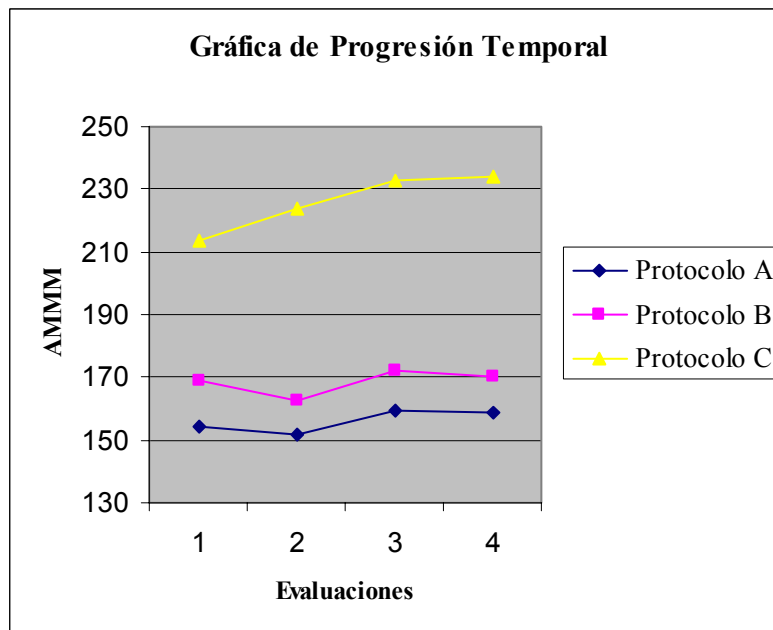


Del cálculo del IMC y registro de la edad de cada uno de los sujetos de los diferentes protocolos (se hizo en la evaluación inicial) se desprenden los siguiente resultados (Tabla N° 4):

Tabla N° 4 – IMC y edad de los sujetos.								
Protocolo A			Protocolo B			Protocolo C		
Sujetos	IMC	Edad	Sujetos	IMC	Edad	Sujetos	IMC	Edad
1	20,78	20	1	24,48	19	1	22,08	20
2	19,62	19	2	20,28	19	2	25,62	18
3	21,03	22	3	27,76	19	3	22,56	21
4	23,07	20	4	22,08	19	4	31,68	21
Media	21,13	20,25	Media	23,65	19,00	Media	25,49	20,00
DE	1,43	1,26	DE	3,24	0,00	DE	4,42	1,41

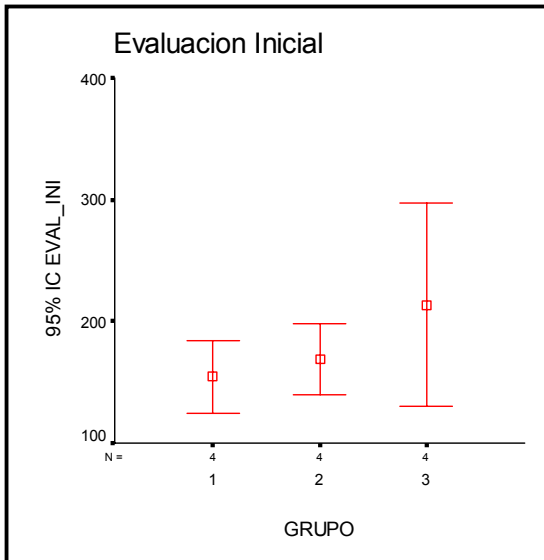
De la Tabla N° 4 se desprende que la muestra fue homogénea desde el IMC y la edad.

Se generó la Gráfica de Progresión Temporal (Gráfica N° 1):

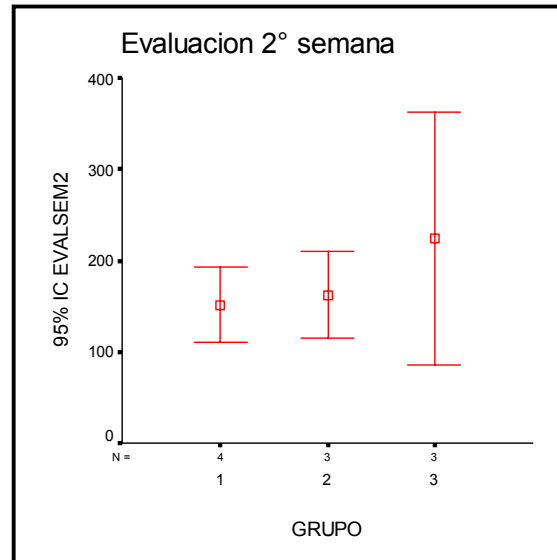


Gráfica N° 1.

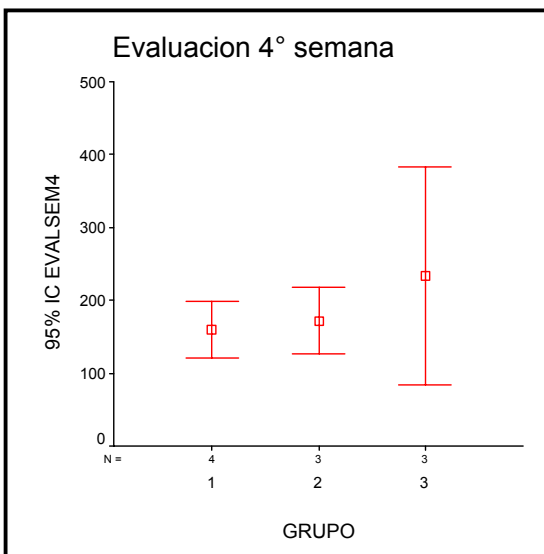
También se generaron las gráficas de Barras de Error (Gráficas N° 2, 3, 4 y 5 - según ANOVA®), en donde, los números 1, 2 y 3 del eje horizontal, representan los Protocolos A, B y C, respectivamente.



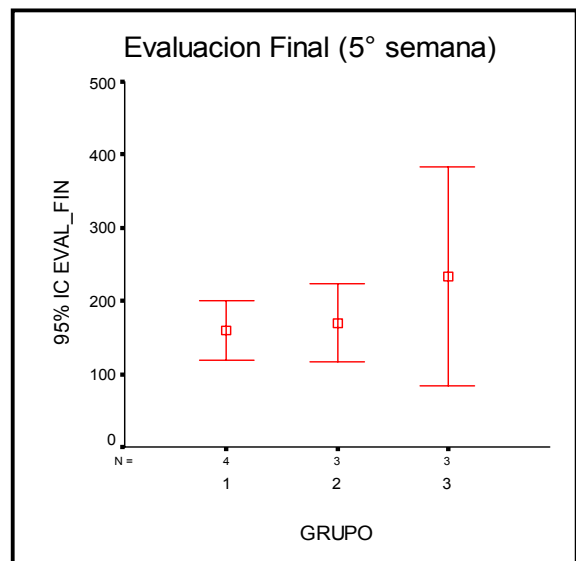
Gráfica N° 2.



Gráfica N° 3.



Gráfica N° 4.



Gráfica N° 5.

De las gráficas, se deduce que si bien los protocolos tratados mostraron un incremento (más el B y C respecto a la medición inicial) ninguno se mostró significativamente diferente respecto a los otros grupos.

El Protocolo B, fue el que más rápido cambió.

El Protocolo C, fue el que más cambió en relación intraprotocolo (Evaluación Inicial – Evaluación Final).



De los datos de las Tablas N° 1, 2 y 3, procesados con ANOVA[®], se estableció:

- Valor p según el AMMM con un nivel de confianza de 95% y prueba de Tukey (Tabla N° 5).

Tabla N° 5 – Valor p según Área Muscular de Muslo Medio (AMM).				
Evaluación	Comparación de Medias	Protocolo A vs. Protocolo B:	Protocolo B vs. Protocolo C:	Protocolo A vs. Protocolo C:
Inicial	Valor p	0,822	0,206	0,084
1°	Valor p	0,916	0,157	0,074
2°	Valor p	0,904	0,184	0,084
Final	Valor p	0,924	0,169	0,083

Analizando la Tabla N° 5 de la comparación interprotocolo y tratando de encontrar variaciones entre los protocolos, no se registraron diferencias significativas, aunque en todas las mediciones comparativas del Protocolo A con el Protocolo C, este último se mostró levemente diferente, aunque no llegó a haber significancia (p va de 0,074 a 0,084).

- Valor p con un nivel de confianza de 95% (Tabla N° 9).

Tabla N° 9 - Evolución de cada Protocolo.			
2° Evaluación (4° semana)			
	Protocolo A:	Protocolo B:	Protocolo C:
Valor p	0,194	0,151	0,077
Evaluación Final (5° semana)			
	Protocolo A:	Protocolo B:	Protocolo C:
Valor p	0,301	0,04	0,068

Observando la Tabla N° 9, que compara la evolución intraprotocolo, respecto a su valor inicial, solo el Protocolo B mostró un cambio significativo ($p < 0,05$) en la Evaluación Final (5° Semana).

El Protocolo C está muy cerca de mostrar significancia ($p = 0,068$).

El protocolo A, no mostró cambios de jerarquía tanto en la 2° Evaluación (4° Semana) como en la Evaluación Final (5° Semana).



Se infiere que:

- El Protocolos B, puede considerarse efectivo, siendo el que más rápido cambió.
- El Protocolo C estuvo cerca de serlo, siendo el que más cambió en relación intraprotocolo.
- El Protocolo A no mostró cambios significativos tanto intra como interprotocolo.

Este análisis es para protocolos de 5 semanas con 2 sesiones semanales y los parámetros antes mencionados en cada uno de ellos.



10.- CONCLUSIONES:

Trabajos como los de Boschetti o Baker, han demostrado que la EENM cumple con los objetivos propuestos en dichas investigaciones, entre ellos, el aumento de la sección transversal de un músculo.

Estos resultados deben ser tomados con cautela, ya que depende de un gran número de variables a controlar para alcanzar dichos objetivos como refiere Bax, inclusive si se debe combinar de manera conjunta o alternada la EENM al ejercicio voluntario.

VARIABLES como la forma de la corriente, intensidad del estímulo, frecuencia de pulsos, número de sesiones por semana (dosificación), entre otras, Brasileiro nos dice, que hay que tener muy en cuenta.

La dificultad para lograr resultados se plantea a la hora de la elección de un protocolo adecuado, viéndose en la bibliografía contemporánea, presencia de problemas para llegar a un consenso sobre protocolos de EENM, como hace referencia Linares.

De los trabajos consultados, referidos a la EENM, no existió ninguno que superara una muestra mayor a 33 sujetos (Venable et. al.,1991, citado por Cases de Orozco et. al. 2005), la mayoría trabaja con muestras de 8 a 16 y muchos no mencionan la cantidad, con lo cual, deja a futuros investigadores las puertas abiertas para realizar una nueva investigación intentando aumentar el número de la muestra, con la consecuente disminución en el error.

En cambio los trabajos referidos a la toma de mediciones antropométricas demostraron todo lo contrario, números de muestras de 703 sujetos, como el trabajo de Tejedor García, hacen que este método sea uno de los más utilizados, además de ser económico y de fácil realización, según Fernandez Vieitez.



En relación a la ejecución técnica de la sentadilla, también se observaron discrepancias, quedando claro que nos da la posibilidad de reclutar varias unidades motoras, como afirma Plaja.

Con la barra adelante o con la barra atrás y la profundidad de la sentadilla fueron los puntos donde se encontraron mayores diferencias, optándose por colocar la barra adelante, sobre los hombros, debido a que genera un aumento de la exigencia de los extensores de rodilla (Antoniazzi, 2003), además de evitar producir algún tipo de discopatía (Parera et.al., 2005).

Respecto a la profundidad, como los sujetos estaban desentrenados, nos vimos obligados a optar por la sentadilla con una profundidad de flexión de rodilla de 90°, para que las estructuras anatómicas del cuerpo toleren el ejercicio.

Si la investigación se hubiese extendido más en el tiempo, se podría ir avanzando, conforme los sujetos dominen la técnica, hasta llegar a la sentadilla profunda y evitar esta angulación de rodilla, como plantea Hegedüs.

Respecto a los resultados obtenidos, queremos hacer mención que la diferente constitución de los protocolos (en lo que a sexo se refiere, ya que el IMC y edad, demostró homogeneidad), no puede afectar a los resultados finales, desde un componente hormonal. Según Scarfó y Häkkinen en sus recientes estudios, el nivel final de hipertrofia muscular que pueden alcanzar mujeres y hombres en relación a las concentraciones plasmáticas básicas de hormonas endógenas anabólicas y/o catabólicas responde a diversos factores.

En el entrenamiento de semanas, estas hormonas se mantienen normales, pero si se prolonga a varios meses o años, estos niveles aumentarán en hombres, siendo mayor la hipertrofia.



El Protocolo A, mostró una diferencia de media del AMMM a la 5^{ta} semana de 4,53, pero su valor p en la comparación intraprotocolo fue de 0,301, lo cual no demostró significancia ($p < 0,05$).

El Protocolo B, mostró una diferencia de media del AMMM a la 5^{ta} semana de 5,67, siendo el único que su valor p estuvo por debajo de los 0,05 (fue de 0,04), demostrando ser el más efectivo, ya que fue el que más rápido cambió según ANOVA[®].

Si bien la diferencia del AMMM media del Protocolo C mostró ser la mayor (10,07), el análisis bioestadístico, demostró que este no fue el protocolo más efectivo, sino el que más cambió en comparación intraprotocolo.

Y con respecto a el análisis interprotocolo, quedó más que claro, tanto desde las graficas, como desde el valor p según el AMMM con un nivel de confianza de 95% y prueba de Tukey, (A vs. B, $p = 0,924$; B vs. C, $p = 0,169$ y A vs.C, $p = 0,083$), que no existió significancia, estando cerca de serlo el A vs. C en la 2^{da} semana ($p = 0,074$).

Se puede inferir que para protocolos de 5 semanas con 2 sesiones semanales y los parámetros de dosificación planteados, parece ser que, el mejor tiempo es para los ejercicios voluntarios, seguidos de la EENM combinada y por último la EENM (aunque estos dos últimos no mostraron significancia al final de estas cinco semanas).

Instamos, como Linares, a futuros investigadores a que sigan vaciando las "lagunas" de la fisioterapia como decían Rodríguez Martín y Coarasa Liron de Robles, para que el avance del conocimiento, nunca se detenga.



11.- RECOMENDACIONES:

Toma de mediciones:

- Practicar las tomas varias veces antes de iniciar las mediciones.
- Utilizar siempre los mismos instrumentos de medición, la misma camilla y silla.
- El evaluador siempre debe ser el mismo.
- Los sujetos siempre deben estar descalzos.
- Para la toma de peso, tratar de estar siempre con la misma ropa (puede hacer que varié el mismo).
- La toma de la medida de muslo máximo nos sirve para corroborar la variación de muslo medio, si este disminuye o aumenta, el máximo también debe hacerlo, caso contrario, ejecutar nuevamente la toma ya que estuvo mal hecha.
- La toma de circunferencias debe ser sin presionar la cinta, simplemente apoyarla sobre la piel.



12.- BIBLIOGRAFÍA:

- Antoniazzi, L., D., Biomecánica del miembro inferior: las sentadillas, Grupo Sobre Entrenamiento [publicación independiente] 2003, Mayo, Disponible desde: URL: <http://www.sobreentrenamiento.com/Publice/PCE/Imprimible.asp?Ida=9>
- Arcodia, J. L., Comunicación personal, Argentina, 2006.
- Basas García, A., Metodología de la electroestimulación en el deporte, Fisioterapia, [revista en línea] 2001, Noviembre, 23 (monográfico 2), Disponible desde: URL: http://external.doyma.es/prepdf/water.asp?pidet_articulo=13024316&pidet_usuario=411574&pidet_revista=146&fichero=146v23nMong.2a13024316pdf001.pdf&ty=101&accion=L&origen=doyma&web=www.doyma.es&lan=es
- Bax, L. y cols., Does neuromuscular electrical stimulation strengthen the quadriceps femoris? a systematic review of randomised controlled trials, Sports Medicine [revista en línea] 2005; 35 (3) [22], Disponible desde URL: http://web9.epnet.com/externalframe.asp?tb=1&_ug=sid+DC9F703B%2D9AB2%2D4F1F%2D9AFF%2D4A10733F4442%40sessionmgr5+db+aph+cp+1+B3B5&_us=fn+1+hs+True+cst+0%3B1%3B2+or+Date+ss+SO+sm+KS+sl+0+dstb+KS+mh+1+ri+KAAACB4A00037745+68A8&_uso=msdb%5B0+%2Dimh+tg%5B0+%2D+db%5B0+%2Daph+hd+False+op%5B0+%2D+st%5B0+%2DNMES+mdb%5B0+%2Dimh+F1CB&fi=aph_16266123_AN&lpdf=true&pdfs=314K&bk=C&tn=80&tp=CP&es=cs%5Fclient%2Easp%3FT%3DP%26P%3DAN%26K%3D16266123%26rn%3D3%26db%3Daph%26is%3D01121642%26sc%3DR%26S%3DR%26D%3Da

ph%26title%3DSports%2BMedicine%26year%3D2005%26bk%3DC&fn=1&rn=3
&

- Boschetti, G., ¿Qué es la electroestimulación? teoría, práctica y metodología del entrenamiento, Ed. Paidotribo, España, 2002.
- Brasileiro, J. S. y cols., Estudio comparativo entre la capacidad de torque y la incomodidad sensorial producidos por dos formas de estimulación, Revista Iberoamericana de Fisioterapia y Kinesiología [revista en línea] 2001, Diciembre, 04 (02) [10 pantallas], Disponible desde: URL:
http://external.doyma.es/prepdf/water.asp?pidet_articulo=13024340&pidet_usuario=411574&pidet_revista=176&fichero=176v04n02a13024340pdf001.pdf&ty=125&accion=L&origen=doyma&web=www.doyma.es&lan=es
- Cases de Orozco, M. y cols., Electroestimulación (revisión de estudios científicos), Universidad de A Coruña, [presentación], 2005, Noviembre, [12], Disponible desde URL:
<http://www.udc.es/euf/neurocom/miguelweb/Hojas/Entrenamiento%20y%20rehabilitacion/electrostimulation.pps>
- Coarasa Lirón de Robles, A. y cols., Fuerza muscular inducida y tolerancia en diferentes corrientes excitomotoras, Rehabilitación [revista en línea] 2001, Septiembre, 35 (05) [8], Disponible desde URL:
http://external.doyma.es/prepdf/water.asp?pidet_articulo=13019564&pidet_usuario

o=411574&pident_revista=120&fichero=120v35n05a13019564pdf001.pdf&ty=137
&accion=L&origen=doyma&web=www.doyma.es&lan=es

- Coarasa Lirón de Robles, A. y cols., Variación de parámetros de electroestimulación con corrientes bifásicas de baja frecuencia y fuerzas evocadas, Rehabilitación [revista en línea] 2001, Septiembre, 35 (05) [8], Disponible desde URL:
http://external.doyma.es/prepdf/water.asp?pident_articulo=13019565&pident_usuario=411574&pident_revista=120&fichero=120v35n05a13019565pdf001.pdf&ty=138&accion=L&origen=doyma&web=www.doyma.es&lan=es
- Cometti, G., Los métodos modernos de musculación. Ed. Paidotribo. Barcelona, 1998.
- Cotta, H., Tratado de rehabilitación, Tomo II, Tercera Edición, Ed. Labor S.A., España, 1974.
- Escamilla R.F., y cols., Biomechanics of knee during closed kinetic chain and open kinetic chain exercises, Medicine and Science in Sports and Exercise, 1998, 30 (4):556-569.
- Fernández Vieitez, J. A., Áreas musculares del muslo y la pierna estimadas por antropometría y tomografía axial computarizada en varones adultos, Revista Cubana Alimentación Nutrición, 2000, Marzo, 14 (2):109-113.
- Gibbons, M.,J., Ondas rusas, [publicación independiente] 2004, Disponible desde URL : <http://www.texel.com.ar/Productos/TeXel/Ondas%20Rusas.htm>

-
- Häkkinen, K., Adapatación neuromuscular al entrenamiento de la fuerza en hombres y mujeres, PubliCE Standard [revista en línea], 2004, Febrero 24 [1], Disponible desde URL: <http://www.sobreenentrenamiento.com/PubliCE/Articulo.asp?ida=252&tp=s>
 - Hegedüs, J., Desarrollo estructural del entrenamiento en los deportes de conjunto y/o aciclicos: La fuerza muscular., Educación Física y Deportes [revista en línea] 1998, Octubre, 11, Disponible desde: URL: <http://www.efdeportes.com/efd11a/heged1.htm>
 - Holcomb, W.R., y cols., A comparison of knee-extension torque production with biphasic versus russian current, Journal of Sport Rehabilitation [revista en línea] 2000, Agosto, 9 (3) [11], Disponible desde URL: http://web9.epnet.com/citation.asp?tb=1&_ug=sid+DC9F703B%2D9AB2%2D4F1F%2D9AFF%2D4A10733F4442%40sessionmgr5+db+aph+cp+1+B3B5&_us=frn+1+hs+True+cst+0%3B1%3B2+or+Date+ss+SO+sm+KS+sl+0+dstb+KS+mh+1+ri+KAAACB4A00037023+915F&_uso=hd+False+tg%5B0+%2D+st%5B0+%2Drussian+++current+db%5B0+%2Daph+op%5B0+%2D+mdb%5B0+%2Dimh+2D02&fn=1&rn=2
 - Kapandji, I.,A., Cuadernos de fisiología articular, Cuaderno II: Miembro Inferior, Segunda Edición, Ed. Masson, España 1991.
-



-
- Linares, M. y cols., Revisión bibliográfica de las corrientes y parámetros más efectivos en la electroestimulación del cuádriceps, Fisioterapia [revista en línea] 2004, Julio, 26 (4) [1], Disponible de URL:
<http://db.doyma.es/cgi-bin/wdbcgi.exe/doyma/mrevista.resumen?pidet=13065009>
 - López Ortega, J. M., Trabajo de la fuerza máxima, Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte de la Universidad de Granada [publicación independiente] 2001, Junio, Disponible desde: URL:
<http://www-etsi2.ugr.es/alumnos/juliolo/principal.html>
 - Parera, G. y col., Seminario: la sentadilla, clase intercátedra de Anatomía Funcional y Biomecánica (Lic. En Kinesiología y Fisiatría) y Tecnología del Entrenamiento II (Lic. En Educación Física), 2005 Nov. 25, Universidad Abierta Interamericana, Rosario, Argentina, 2005.
 - Pellenc, R. y col., Comparación antropométrica en futbolistas de diferente nivel, PubliCE Standard [revista en línea] 2006, Octubre, 06 [18], Disponible desde: URL:
<http://www.sobrentrenamiento.com/PubliCE/Imprimible.asp?Ida=713&tp=s>
 - Pinsach, P., Entrenamiento combinado: fitness y electroestimulación, PubliCE Standard [revista en línea] 2004, Octubre, Disponible desde: URL:
<http://www.sobrentrenamiento.com/PubliCE/Home.asp?tp=s>
 - Pinsach, P., Lo último en ejercicio físico, la electroestimulación. Aplicaciones útiles para todas las personas y amplia documentación para expertos, PubliCE [revista en

línea], 2003, Enero, 27 [1], Disponible desde URL:

<http://www.sobreentrenamiento.com/PubliCE/Articulo.asp?ida=111&tp=s>

- Plaja, J. Analgesia por medios físicos, Ed. Mc Graw – Hill – Interamericana, España, 2003.
- Porcari, J., P. y cols., Efectos del entrenamiento con estimulación eléctrica neuromuscular sobre la fuerza y la resistencia abdominal y sobre mediciones antropométricas seleccionadas, PubliCE Premium [revista en línea] 2005, Octubre, (resumen), Disponible desde URL:
<http://www.sobreentrenamiento.com/PubliCE/Articulo.asp?Ida=545>
- Rahimi, R., Efectos de diferentes intervalos de recuperación sobre el volumen de ejercicio completo durante la realización de series de sentadillas, Journal of Sports an Medicine. Department of Physical Education and Sports Science, Razi University, Kermanshah, Iran, [revista en línea], 2005, Abril, 4, 361 -366, Disponible desde URL: <http://www.sobreentrenamiento.com/PubliCE/Articulo.asp?Ida=622>
- Rizzoli, E., A., Introducción a la cineantropometría, E.A.R. Antropométrica [revista en línea], 2005, Octubre, [12], Disponible desde URL:
http://www.antropometrica.com.ar/art_cineantropometria.htm
- Russell P.J. y col., A preliminary comparison of front and back squat exercises, Reserch Quarterly For Exercise and Sport, 1989, Septiembre, 60 (3):201-208.



-
- Rodríguez Martín, J., M., Dosificación en electroterapia, Revista Iberoamericana de Fisioterapia y Kinesiología [revista en línea] 2001, Noviembre, 2 (monográfico 2) [12], Disponible desde URL:
http://external.doyma.es/prepdf/water.asp?pident_articulo=13024313&pident_usuario=411574&pident_revista=146&fichero=146v23nMong.2a13024313pdf001.pdf&ty=98&accion=L&origen=doyma&web=www.doyma.es&lan=es
 - Rodríguez Martín, J., M., Electroterapia en fisioterapia, Ed. Médica Panamericana, Madrid, España 2000.
 - Rodríguez, P., Ejercicio explosivo : entrenamiento de la fuerza explosiva, Musculación Net [publicación independiente] 2005, Junio, Disponible desde: URL:
<http://www.musculacion.net/Article40.html>.
 - Rouviere, H., Delmas, D., Anatomía humana descriptiva, topográfica y funcional (Tomo III), Novena Edición, Ed. Masson, Barcelona, España 1996.
 - Sáez Madain, P., Errores conceptuales en estudios antropométricos que buscan estimar la composición corporal, PubliCE Standard [publicación independiente] 2004, Noviembre, Disponible desde URL:
<http://www.sobrentrenamiento.com/PubliCE/Articulo.asp?ida=386&tp=s>
 - Scarfó, R., L., Los factores de crecimiento muscular y los ejercicios de fuerza, PubliCE Standard [revista en línea], 2005, Diciembre [13], Disponible desde URL:
<http://www.sobrentrenamiento.com/PubliCE/Imprimible.asp?ida=559&tp=s>
-



- Tejedor García, V. y col., Valoración de las áreas grasas y muscular del brazo en el estudio nutricional de niños preescolares de Madrid, Anales Españoles de Pediatría, 1997, Diciembre, 46 (4):335-343.
- Vallejos, F., Entrenamiento de hipertrofia muscular, Portal Fitness [publicación independiente] 2005, Julio, Disponible desde: URL:
http://www.portalfitness.com/articulos/entrenamiento/hipertrofia_musc.htm
- Ventura, J., A Discussion of the Madison protocols for medium frequency stimulation, dynamic chiropractic [revista en línea] 1994, Septiembre, 12 [1], Disponible desde URL: <http://www.chiroweb.com/archives/12/19/18.html>



13.- GLOSARIO Y ANEXOS:

Desarrollo de la toma de mediciones:

La evaluación inicial pre desarrollo del trabajo, que al igual que las posteriores evaluaciones, consistió en colocar al sujeto en una silla sentado, pidiéndole que ubique la articulación de la cadera lo más próxima posible al respaldo y ubicando dicha articulación, rodilla y tobillo, de ambos miembros inferiores, de manera que estén lo más próximas posible a un ángulo de 90° y pidiéndoles que mantengan esa posición.

Una vez posicionado el sujeto se procedió a realizarles las marcas de muslo medio con el fibrón, una en el pliegue inguinal del lado derecho y la otra en el polo superior de la rotula del mismo lado y con la cinta antropométrica medimos esa distancia y marcamos al medio de la misma una línea horizontal (-).

Luego tomamos con nuestras manos las caras laterales del muslo y marcamos una línea vertical (I) al medio del muslo sobre la anterior horizontal, de modo que se forme una cruz (+).

Procedimos a realizar la marca de muslo máximo, que consistió en poner al sujeto de pie y pedirle que colocara sus pies (pes) al mismo nivel que el ancho de sus hombros (registrando ese ancho para las posteriores mediciones) y se marcó una línea horizontal 1 cm. por debajo de la inserción del isquiotibial vecina al glúteo mayor, siempre del lado derecho, ya que es el MI que se evaluó en la presente investigación.

Una vez realizada las marcas se inició con la toma de mediciones, que consistió en medir circunferencia de muslo medio, circunferencia de muslo máximo, con la cinta antropométrica, con el sujeto de pie, separados al ancho de hombros pre establecido para cada uno.

Luego se midió el pliegue anterior de muslo medio. Sentándolo, en el borde anterior de la silla con la pierna (crus) extendida y el cuádriceps relajado y en la marca de muslo

medio, tomamos 1cm. de pliegue anterior con nuestros dedos índice y pulgar y 1 cm. por debajo tomamos la medida con el calibre.

En caso de que no se relaje el sujeto se le pide que se tome el MI con ambos MMSS (en nuestro caso no fue necesario).

Una vez tomadas estas mediciones, se los peso en la balanza y luego se les midió la altura con el tallímetro, de espaldas a él (para que no intenten estirarse para " tener " más altura).

Cada evaluación consistió en la toma de tres mediciones: T1, T2 y T3, de todas las variables mencionadas y el inmediato registro de las mismas en la planillas, para luego sacar el promedio entre las tres tomas, siendo estos valores, los que se usaron para el calculo de medias, desvíos estándar y generar las gráficas en Excel y realizar las inferencias sobre parámetros poblacionales en ANOVA[®].

Luego, durante la ejecución de los protocolos, se procedió a realizar la 1^{ra} y 2^{da} evaluación, en la segunda y cuarta semana respectivamente y por último la evaluación final, post desarrollo del trabajo, a la quinta semana, repitiendo en todas ellas la misma metodología de trabajo para la toma de mediciones, descripta anteriormente.

El calculo del AMMM de cada evaluación, de cada uno de los sujetos, se registro en una planilla aparte.

Se calculó el Índice de Masa Corporal (IMC) su media y el desvío estándar.

Planillas:

Ver hojas siguientes.

UNIVERSIDAD ABIERTA INTERAMERICANA - Lic. En Kinesiología Fisiatría.

Tutor: Lic. De San Martín, Sergio / Autor: Martinich, Ezequiel Mateo

Tesis: " ESTIMULACIÓN ELECTRICA NEUROMUSCULAR CON CORRIENTE RUSA "

Código del Sujeto	PA – 1				Edad											
Inicio de Evaluaciones					Sexo											
Evaluador					Menstruación				Eval. Inicial: / 1^{ra}: / 2^{ra}: / 3^{ra}:							
Anotador					Otros Datos											
	EVALUACIONES DURANTE LA EJECUCIÓN DEL PROTOCOLO															
	Evaluación Inicial				1^{ra} Evaluación				2^{da} Evaluación				Evaluación Final			
MEDICIONES BÁSICAS	T 1	T 2	T 3	Promedio	T 1	T 2	T 3	Promedio	T 1	T 2	T 3	Promedio	T 1	T 2	T 3	Promedio
Peso corporal (kg)																
Estatura (cm)																
DIÁMETROS																
Muslo medio (cm)																
Muslo máximo (cm)																
PLIEGUES																
Muslo anterior (mm)																

Referencias:

T1= TOMA N°1 y así consecutivamente.

PA - 1= Protocolo A – Sujeto 1.



UNIVERSIDAD ABIERTA INTERAMERICANA - Lic. En Kinesiología Fisiatría.

Tutor: Lic. De San Martín, Sergio / **Autor:** Martinich, Ezequiel Mateo

Tesis: " ESTIMULACIÓN ELECTRICA NEUROMUSCULAR CON CORRIENTE RUSA "

Código del Sujeto	PB-1				Edad											
Inicio de Evaluaciones					Sexo											
Evaluador	E. Martinich				Menstruación				Eva. Inicial: / 1^{ra}: / 2^{ra}: / 3^{ra}:							
Anotador					Otros Datos											
EVALUACIONES DURANTE LA EJECUCIÓN DEL PROTOCOLO																
	Evaluación Inicial				1^{ra} Evaluación				2^{da} Evaluación				3^{ra} Evaluación			
MEDICIONES BÁSICAS	T 1	T 2	T 3	Promedio	T 1	T 2	T 3	Promedio	T 1	T 2	T 3	Promedio	T 1	T 2	T 3	Promedio
Peso corporal (kg)																
Estatura (cm)																
DIÁMETROS																
Muslo medio (cm)																
Muslo máximo (cm)																
PLIEGUES																
Muslo anterior (mm)																

SESIONES DE TRABAJO	1^{ra}	2^{da}	3^{ra}	4^{ta}	5^{ta}	6^{ta}	7^{ma}	8^{va}	9^{na}	10^{ma}
Carga de trabajo en kg (75% de 6RM)										
Series	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Repeticiones	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Grados de flexión de rodilla	Prof.	90	90	90	90	90	90	90	90	90
Tiempo de pausa entre series (seg)	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90

Referencias:

T1= TOMA N° 1 y así consecutivamente.

PB - 1= Protocolo B – Sujeto 1.



UNIVERSIDAD ABIERTA INTERAMERICANA - Lic. En Kinesiología Fisiatría.

Tutor: Lic. De San Martín, Sergio / **Autor:** Martinich, Ezequiel Mateo

Tesis: " ESTIMULACIÓN ELECTRICA NEUROMUSCULAR CON CORRIENTE RUSA "

Código del Sujeto	PC – 1				Edad											
Inicio de Evaluaciones					Sexo											
Evaluador					Menstruación				Eva. Inicial: / 1^{ra}: / 2^{ra}: / 3^{ra}:							
Anotador					Otros Datos											
EVALUACIONES DURANTE LA EJECUCIÓN DEL PROTOCOLO																
	Evaluación Inicial				1^{ra} Evaluación				2^{da} Evaluación				Evaluación Final			
MEDICIONES BÁSICAS	T 1	T 2	T 3	Promedio	T 1	T 2	T 3	Promedio	T 1	T 2	T 3	Promedio	T 1	T 2	T 3	Promedio
Peso corporal (kg)																
Estatura (cm)																
DIÁMETROS																
Muslo medio (cm)																
Muslo máximo (cm)																
PLIEGUES																
Muslo anterior (mm)																

SESIONES DE TRABAJO	1^{ra}	2^{da}	3^{ra}	4^{ta}	5^{ta}	6^{ta}	7^{ma}	8^{va}	9^{na}	10^{ma}
Carga de trabajo en kg (75% de 6RM)										
Series	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Repeticiones	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Grados de flexión de rodilla	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
Tiempo de pausa entre series (seg)	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
Rampa de ascenso (seg.)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Meseta (seg.)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Rampa de descenso (seg.)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Relajación (seg.)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Ref.:
T1=
 TOMA
 Nº1 y así
 consecuti
 vamente.
PC - 1=
 Protocolo
 C –
 Sujeto 1.



UNIVERSIDAD ABIERTA INTERAMERICANA - Lic. En Kinesiología Fisiatría.

Tutor: Lic. De San Martín, Sergio / **Autor:** Martinich, Ezequiel Mateo

Tesis: " ESTIMULACIÓN ELECTRICA NEUROMUSCULAR CON CORRIENTE RUSA "

Código del Sujeto	PA – 4	Edad		
Inicio de Evaluaciones		Sexo		
Evaluador		Menstruación	Eva. Inicial: / 1 ^{ra} : / 2 ^{ra} : / 3 ^{ra} :	
Anotador		Otros Datos		
EVALUACIONES DURANTE LA EJECUCIÓN DEL PROTOCOLO				
ÁREA MUSCULAR DE MUSLO MEDIO	Evaluación Inicial	1^{ra} Evaluación	2^{da} Evaluación	3^{ra} Evaluación
$AMMM = [(CMM - \pi \times PMM)^2] / 4 \pi$				

Referencias:

PA - 4= Protocolo A – Sujeto 4.

AMMM= Área muscular de muslo medio.

CMM= Circunferencia de muslo medio.

PMM= Pliegue de muslo medio.

π = 3,1416

**Agradecimientos del autor:**

Deseo expresar mis agradecimientos a toda la gente que de una manera u otra colaboró con la elaboración de la investigación:

- Sebastián Gibbons - Generador de Ondas Rusas TEXEL S.A. y accesorios.
- María Florencia Tarrico - Barra de pesos libres y discos de carga.
- Silvana Combina - Barra de pesos libres.
- Alumnos que se prestaron como sujetos de estudio para la investigación.
- Dr. Daniel Airasca – Cinta antropométrica.
- UAI – Plicómetro Harpenden, camilla y silla.
- Lic. José "Pepe" Arcodia – Mediciones antropométricas.
- Bqo. Dario Marinozzi – Bioestadística.
- Julián Barbieri y Lucas Chiaraviglio – Asistentes de Tesis.
- Patricio Pellegrini – Bibliografía.
- Lic. Sergio de San Martín – Tutor de Tesis.

A toda mi " gran familia ", por el apoyo durante todos estos años.

Ezequiel Mateo Martinich
Rosario, Octubre de 2006.