



VNiVERSIDAD D SALAMANCA

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

Facultad de Medicina
Departamento de Medicina Interna

TESIS DOCTORAL

EFFECTO DE LA VITAMINA D SOBRE EL RENDIMIENTO FÍSICO EN
ANCIANOS FRÁGILES INSTITUCIONALIZADOS

Tesis presentada para la obtención del grado de Doctor por:

Danielle Costa Gameiro

Dirigida por el profesor:

Juan F. Macías Nuñez

Salamanca, 2015

**EI Dr. D: JUAN F. MACÍAS NUÑEZ, CATEDRÁTICO DE MEDICINA DE LA
UNIVERSIDAD DE SALAMANCA,**

CERTIFICA

Que la tesis titulada: **“EFECTO DE LA VITAMINA D SOBRE EL RENDIMIENTO FÍSICO EN ANCIANOS FRÁGILES INSTITUCIONALIZADOS”**, realizada por **Doña. Danielle Costa Gameiro** para optar al grado de Doctor por la Universidad de Salamanca, ha sido realizada bajo la dirección del doctor D. Juan F. Macías Nuñez, cumple todos los requisitos necesarios para su presentación y defensa ante el Tribunal que legalmente procede.

Y para que conste donde proceda y surta los efectos oportunos, expido este certificado en Salamanca a Mayo de dos mil quince.

Fdo.: Dr. D. Juan F. Macías Nuñez

Catedrático de Universidad

A mis padres y a mi hermano
“Com amor, admiração, presença e
incansável apoio ao longo do
periodo de elaboração
este trabalho”.

AGRADECIMIENTOS

Una tesis doctoral es un proyecto arduo y lleno de dificultades. Al llegar a su término es inevitable la sensación de júbilo y éxito pero no me gustaría finalizar este trabajo sin expresar mis agradecimientos a todas aquellas personas que han construido en su desarrollo. El mérito de esta tesis doctoral no es solo mío. De uno u otro modo, muchas son las personas que analizando, enseñando, leyendo, opinando, corrigiendo, animando, acompañando en los momentos de desánimo, han hecho posible que este proyecto llegue a su fin.

Agradezco antes de todo a Dios, que por algún motivo ha mirado por mí desde que he venido al mundo.

Gracias al doctor Juan F. Macías Núñez por animarme a comenzar y dirigirme en este proyecto. Su experiencia, profesionalidad e interés constante, siempre serán dignos de admiración. Mi más sincero agradecimiento por su paciencia, dedicación, comprensión y apoyo continuo a lo largo de todo este tiempo.

A toda mi familia, en especial a mis padres, Carlos y Marluce, que me han apoyado siempre con todo su amor, quienes se han esforzado siempre en ofrecerme lo mejor y me han enseñado que con perseverancia y constancia se logra cualquier objetivo. Ya sabéis que mi éxito es también vuestro.

A mi hermano Flávio, que siempre ha estado conmigo, en los momentos buenos y malos y, siempre apoyándome. El siempre ha sido un punto de referencia esencial en mi vida por que se todo lo que me quiere.

A Jesús, mi amor y compañero, por su cariño, paciencia, comprensión en ayudarme en la elaboración y correcciones de este trabajo. Gracias por su apoyo incondicional, por las palabras de cariño, por la confianza expresada en sus sonrisas, por su incentivo constante. Eres muy especial en mi vida.

Gracias a Don Miguel Angel por su apoyo y ánimo, siempre orientándome con sus consejos, en la dirección correcta.

A la Dra. Carmen Pablos, cuya amistad y buen humor han permitido que el trabajo diario en equipo sea mucho más agradable.

A Dra. Carmina García Iglesias por su calidad personal, profesional y colaboración en la información de los pacientes.

Agradezco Prof. D^o Ramón Ardanuy Albajar por su disponibilidad para resolver dudas sobre gestión de datos y el análisis estadístico. Gracias por su paciencia, por facilitarme la comprensión de los resultados obtenidos, por su tiempo y su permanente disposición.

Agradezco al Prof. Jesús López Lucas por su ayuda en la localización de los recursos bibliográficos.

Agradezco a la Residencia Hermanita de los Pobres su apoyo en desarrollo del estudio, también a los profesionales médico, enfermeros, y cuidadores por la colaboraciones que nos han prestado y, como no podía ser menos, a los mayores que tan amablemente nos han dedicado su tiempo.

A largo de todos estos años de trabajo he conocido a muchas personas que me han apoyado, no sólo en el aspecto técnico y profesional, sino también en el terreno personal. Sin ánimo de dejar a nadie en el olvido, deseo agradecer a todas estas personas su constante esfuerzo y dedicación. Muchas Gracias.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	15
1.1. ASPECTO DEMOGRÁFICOS DE LAS PERSONAS MAYORES	15
1.2. DESARROLLO DEL ENVEJECIMIENTO.....	18
1.3. SARCOPENIA.....	20
1.4. FRAGILIDAD	23
1.5. VITAMINA D.....	28
1.5.1. Vitamina D y actividad muscular	29
1.5.2. Niveles óptimos de vitamina D	30
1.5.3. Metabolismo de la vitamina D	31
1.5.4. Déficit de vitamina D	32
1.6. EQUILIBRIO Y MOVILIDAD	36
1.6.1. Estabilidad postural y equilibrio.....	37
1.6.2. Variables que determinan el equilibrio y la estabilidad	39
1.6.2.1. Centro y línea de gravedad.....	39
1.6.2.3. Control postural y estabilidad postural	42
2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	47
2.1. HIPOTESIS DE TRABAJO.....	47
2.2. OBJETIVOS DE TRABAJO.....	48
2.2.1. Objetivo general:	48
2.2.2. Objetivos específicos:.....	48
3. MATERIAL Y MÉTODOS	50
3.1. DISEÑO DEL ESTUDIO	50
3.2. SECUENCIA DE LAS ETAPAS.....	51
3.3. MUESTRA DE ESTUDIO	52
3.4. CRITERIOS DE SELECCIÓN:	53
3.4.1. Criterios de inclusión:.....	53
3.4.2. Criterios de exclusión:.....	54
3.5. VARIABLES RECOGIDAS	54
3.6. PROTOCOLO DE MEDIDA.....	59

3.7. FUENTES DE INFORMACIÓN	65
3.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS	65
3.9. CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	66
4. RESULTADOS	69
4.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO	69
4.1.1. Características generales de la muestra	69
4.1.1.1 . <i>Datos Sociodemográficos</i>	70
4.1.1.2. <i>Resultados de las Pruebas de Rendimiento físico</i>	81
4.1.2. Ancianos frágiles que forman parte de los grupos control y de intervención	86
4.1.2.1. <i>Datos Sociodemográficos</i>	87
4.1.2.2. <i>Resultados de las pruebas de rendimiento físico</i>	98
4.2. JUSTIFICACIÓN DE LA HOMOGENEIDAD DEL GRUPO CONTROL Y INTERVENCIÓN	103
4.3. COMPARACIÓN PRE- INTERVENCION POST- INTERVENCION	108
4.3.1. Intragrupal.....	109
4.3.1.1. <i>Grupo de Intervención</i>	109
4.3.1.2. <i>Grupo Control</i>	119
4.3.2. Intergrupos.....	128
5. DISCUSIÓN	138
5.1. CRITERIOS DE EVALUACIÓN.....	138
5.2. VALORACIÓN DE LA MARCHA Y EL EQUILIBRIO	141
5.3. VALORACION CON LA POSTUROGRAFIA.....	142
5.4. SOBRE LA INTERVENCIÓN	143
5.5. COMPARACIÓN CON OTROS ESTUDIOS.....	145
5.6. VENTAJAS Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO.....	150
6. CONCLUSIONES.....	153
7. ANEXO.....	155
8. BIBLIOGRAFÍA	166

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1. Pérdida de fuerza y masa muscular con la edad	20
Figura 2. Mecanismo por el que aparecen las consecuencias de la sarcopenia.....	22
Figura 3. Marcadores de Síndrome de Fragilidad	25
Figura 4. Desarrollo de la pérdida de función hasta la situación de dependencia, y situación del anciano frágil.....	26
Figura 5. Representación de péndulo invertido.....	38
Figura 6. LDG correspondiente a una persona en bipedestación (Trew M, Everett T. Fundamentos del movimiento humano. 5ª ed. Barcelona, Masson; 2006)	40
Figura 7. Representación de la BS, límite de estabilidad y centro de presiones (Trew M, Everett T. Fundamentos del movimiento humano. 5ª ed. Barcelona, Masson; 2006)	41
Figura 8 Velocidad de la Marcha.....	60
Figura 9. Dinamómetro.....	61
Figura 10. Test “UP and GO”	62
Figura 11. Plataforma ACCUGAIT	63
Figura 12. Organigrama flujo de la muestra	70
Figura 13. Histograma- Distribución por edad.....	71
Figura 14. Distribución de la muestra por sexo	72
Figura 15. Distribución de la muestra según la fragilidad.....	73
Figura 16. Distribución de la muestra según Caídas.....	74
Figura 17. Distribución de la muestra según ayuda técnica	75
Figura 18. Distribución de la muestra según levantar de la silla.....	76
Figura 19. Distribución de la muestra según actividad física.....	77
Figura 20. Distribución de la muestra según nivel de energía.....	78

Figura 21. Distribución de la muestra según deterioro funcional.....	79
Figura 22. Distribución de la muestra según deterioro psíquico.....	80
Figura 23 Distribución de la muestra según pérdida de peso	81
Figura 24. Distribución de la muestra según presión en la mano derecha	82
Figura 25. Distribución de la muestra según presión en la mano izquierda.....	83
Figura 26. Distribución de la muestra según prueba TUG	84
Figura 27. Distribución de la muestra según velocidad de la marcha	84
Figura 28. Distribución de los frágiles por edad	88
Figura 29. Distribución de los frágiles según los grupos	89
Figura 30. Distribución de los frágiles según sexo	90
Figura 31. Distribución de los frágiles según caídas	91
Figura 32. Distribución de los frágiles según ayuda técnica.....	92
Figura 33. Distribución de los frágiles según levantar de la silla	93
Figura 34. Distribución de los frágiles según nivel de actividad física.....	94
Figura 35. Distribución de los frágiles según nivel de energía	95
Figura 36. Distribución de los frágiles según deterioro funcional	96
Figura 37. Distribución de los frágiles según deterioro psíquico	97
Figura 38. Distribución de los frágiles según pérdida de peso	98
Figura 39. Distribución de los frágiles según presión en mano derecha	99
Figura 40. Distribución de los frágiles según presión en mano izquierda.....	100
Figura 41. Distribución de los frágiles según Timed “Up and Go”	101
Figura 42. Distribución según velocidad de la marcha.....	102
Figura 43. Comparación pre-post intervención – fuerza en la mano derecha	111

Figura 44. Comparación pre-post intervención – fuerza en la mano izquierda.....	111
Figura 45. Comparación pre-post intervención – Timed “Up and Go”	112
Figura 46. Comparación pre-post intervención – fuerza en la mano derecha	112
Figura 47. Comparación pre-post 4 meses – fuerza en la mano derecha	119
Figura 48. Comparación pre-post 4 meses – fuerza en la mano izquierda.....	120
Figura 49. Comparación pre-post 4 meses – Timed “Up and Go”.....	120
Figura 50. Comparación pre-post 4 meses – velocidad de la marcha.....	121
Figura 51. Comparación intergrupos – fuerza en la mano derecha.....	128
Figura 52. Comparación intergrupos – fuerza en la mano izquierda	129
Figura 53. Comparación intergrupos – Timed “Up and Go”	129
Figura 54. Comparación intergrupos – velocidad de la marcha	130

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Evolución de la población mayor, 1900-2051	16
Tabla 2. Flujo de la Muestra	53
Tabla 3. Estadística descriptiva de la edad	71
Tabla 4. Distribución de la población según género	72
Tabla 5. Distribución de la población según la fragilidad.....	73
Tabla 6. Distribución de la población según caídas	73
Tabla 7. Distribución de la población según ayuda técnica.....	75
Tabla 8. Distribución de la población según levantar de la silla	75
Tabla 9. Distribución de la población según actividad física	76
Tabla 10. Distribución de la población según nivel de energía	77
Tabla 11. Distribución de la población según deterioro funcional.....	78
Tabla 12. Distribución de la población según deterioro psíquico.....	79
Tabla 13. Distribución de la población según pérdida de peso	80
Tabla 14. Distribución de la población según presión en la mano derecha	81
Tabla 15. Distribución de la población según presión en la mano izquierda.....	82
Tabla 16. Distribución de la población según prueba TUG	83
Tabla 17. Distribución de la población según velocidad de la marcha	84
Tabla 18. Datos estadísticos de las variables obtenidas en la posturografía	85
Tabla 19. Estadística descriptiva obtenidas en la posturografía.....	86
Tabla 20. Estadística descriptiva de la edad de los frágiles	87
Tabla 21. Distribución de la población frágil según los grupos.....	88
Tabla 22. Distribución de la población frágil según sexo.....	89

Tabla 23. Distribución de la población frágil según caídas.....	90
Tabla 24. Distribución de la población frágil según ayuda técnica	91
Tabla 25. Distribución de la población frágil según levantar de la silla.....	92
Tabla 26. Distribución de la población según nivel de actividad física	93
Tabla 27. Distribución de la población frágil según nivel de energía.....	94
Tabla 28. Distribución de la población frágil según deterioro funcional.....	95
Tabla 29. Distribución de la población frágil según deterioro psíquico.....	96
Tabla 30. Distribución de la población frágil según pérdida de peso.....	97
Tabla 31. Distribución de la población frágil según presión en la mano derecha	99
Tabla 32. Distribución de la población frágil según presión en mano izquierda.....	100
Tabla 33. Distribución de la población frágil según prueba Timed “Up and Go”	101
Tabla 34. Distribución de la población frágil según velocidad de la marcha	102
Tabla 35. Datos estadísticos de las variables obtenidas en la posturografía - Ancianos Frágiles.....	103
Tabla 36. Justificación de la homogeneidad de los grupos	108
Tabla 37. Datos Estadísticos de la vitamina D	110
Tabla 38. Datos estadísticos en el grupo de intervención	117
Tabla 39. Comparación pre –post intervención en el grupo de intervención.....	118
Tabla 40. Estadísticos de contraste pre -post intervención en el grupo de intervención.....	118
Tabla 41. Datos estadísticos en el grupo control.....	126
Tabla 42. Comparación pre-post 4 meses en el grupo control.....	127

Tabla 43. Estadísticos de contraste pre -post intervención en el grupo control	127
Tabla 44. Datos estadístico intergrupos	134
Tabla 45. Comparación intergrupos	135
Tabla 46. Estadísticos de contraste intergrupos.....	136

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

1.1. ASPECTO DEMOGRÁFICOS DE LAS PERSONAS MAYORES

Durante todo el siglo XX la longevidad se ha incrementado de forma espectacular. La proporción de personas de 65 o más años, en Europa, alcanzará el 30% de la población en el año 2050 (1).

Según los censos de población y vivienda 2011 (INE), España sigue su proceso de envejecimiento. A 1 de noviembre 2011 había 8.116.347 personas mayores (65 y más años), el 17% sobre el total de la población (46.815.916). Sigue creciendo en mayor medida la proporción de octogenarios; ahora representan el 5,2% de toda la población. El sexo predominante en la vejez es el femenino, hay un 34% más de mujeres (3.470,259) que de varones (4.646.092). Las mujeres españolas tienen una esperanza de vida al nacer de 85,21 años, y los varones de 79,3 años. Se encuentran entre las más altas de la Unión Europea (1).

Castilla y León, Galicia, Asturias y Aragón siguen siendo las comunidades autónomas más envejecidas con proporciones de personas mayores que superan el 20% (1).

Las cifras del padrón de 2014 publicadas por el Instituto Nacional de Estadística (INE) ponen en evidencia que la provincia de Salamanca envejece a marchas forzadas. Al observar la pirámide de población el resultado es que hay más habitantes mayores de ochenta años y más centenarios. Dato positivo

si tenemos en cuenta que Salamanca es junto con Zamora la provincia con mayor esperanza de vida de España. En la actualidad hay 32.448 mayores de ochenta años, 744 más que hace un año.

Tabla 1. Evolución de la población mayor, 1900-2051

Años*	Total España	65 años y más		65-79 años		80 años y más	
	Absoluto	Absoluto	% respecto al total	Absoluto	% respecto al total	Absoluto	% respecto al total
1900	18.618.086	967.774	5,2%	852.389	4,6%	115.385	0,6%
1910	19.995.686	1.105.569	5,5%	972.954	4,9%	132.615	0,7%
1920	21.389.842	1.216.693	5,7%	1.073.679	5,0%	143.014	0,7%
1930	23.677.794	1.440.744	6,1%	1.263.632	5,3%	177.112	0,7%
1940	26.015.907	1.699.860	6,5%	1.475.702	5,7%	224.158	0,9%
1950	27.976.755	2.022.523	7,2%	1.750.045	6,3%	272.478	1,0%
1960	30.528.539	2.505.165	8,2%	2.136.190	7,0%	368.975	1,2%
1970	34.040.989	3.290.800	9,7%	2.767.061	8,1%	523.739	1,5%
1981	37.683.362	4.236.740	11,2%	3.511.599	9,3%	725.141	1,9%
1991	38.872.268	5.370.252	13,8%	4.222.384	10,9%	1.147.868	3,0%
2001	40.847.371	6.958.516	17,0%	5.378.194	13,2%	1.580.322	3,9%
2011	46.815.916	8.116.347	17,3%	5.659.441	12,1%	2.456.906	5,2%
2021	45.186.456	9.308.853	20,6%	6.450.649	14,3%	2.858.204	6,3%
2031	43.933.710	11.556.288	26,3%	7.926.115	18,0%	3.630.173	8,3%
2041	42.874.861	14.031.450	32,7%	9.180.903	21,4%	4.850.547	11,3%
2051	41.699.556	15.222.174	36,5%	8.848.227	21,2%	6.373.947	15,3%

* De 1900 a 2011 los datos son reales; de 2021 a 2051 se trata de proyecciones

Fuente: INE: INEBASE:

1900-2001: Cifras de población.

2011: Cifras de población. Resultados nacionales, Censos de Población y Viviendas 2011

2021-2051: Proyecciones de la población a largo plazo. Consulta en enero 2014

Las personas mayores españolas que viven en residencias son las que presentan mayor porcentaje de casos de discapacidad. La tasa de discapacidad crece con la edad; a los 80 años, más de la mitad de los españoles tiene problemas para las actividades de la vida cotidiana (1).

El aumento del envejecimiento de la población tendrá un impacto significativo en la sociedad y el sistema de salud en los próximos años y décadas. Mejorar el “envejecimiento saludable” y extendiendo el tiempo que las personas mayores son capaces de funcionar de forma independiente es una tarea importante y es imperativo (2).

La longevidad, con frecuencia, lleva aparejada la pérdida de capacidades físicas que implican mayor susceptibilidad a resultados adversos de salud. En este contexto, investigaciones recientes están destacando el papel de la fragilidad en la identificación de los mayores de riesgo (2).

En los últimos años la identificación clínica de la fragilidad (vulnerabilidad) en el paciente mayor está motivando una cantidad importante de investigación dentro de especialidades clínicas distintas de la Geriátrica (3).

En el año 2012, la Sociedad Española de Medicina Geriátrica (SEMEG) demandó de forma oficial un plan integral de atención al anciano frágil y con discapacidad para fomentar lo que se denomina Envejecimiento Activo. El elevado y creciente número de personas mayores en nuestra sociedad, y más concretamente en España y Europa, reafirma la necesidad de mejorar los mecanismos asistenciales en torno a nuestro ancianos. Focalizar este trabajo en personas frágiles es prioritario ya que según Macías, presidente de SEMEG (a 15 de marzo del 2012), constituye el colectivo en el cual hay mayores posibilidades de actuación, adelantándose a la dependencia, ya que cuando esta aparece, las posibilidades de intervenir se reducen significativamente. En este sentido, el hecho de no poder responder adecuadamente a las necesidades de los ancianos frágiles corresponde a la necesidad de buscar nuevos servicios y fórmulas para atajar este problema.

Las personas mayores institucionalizadas, al ser más frágiles, una población muy vulnerable por presentar peores condiciones físicas y psicosociales, tienden a tener una mayor incidencia de caídas originadas principalmente por trastornos en la marcha, el equilibrio o debilidad, por lo que son causas inmediatas más importantes y el factor de riesgo más alto de las

caídas en las residencias de ancianos. En consecuencia, es necesario diseñar estrategias de intervención que ayuden a mejorar o mantener el equilibrio y la marcha de estos ancianos institucionalizados a fin de evitar mayor número de caídas. La probabilidad de los ancianos institucionalizados de sufrir una caída es 3 veces mayor (4,5).

Nos propusimos analizar en una población de mayores institucionalizados porque son una población muy vulnerable por presentar peores condiciones física y también por presentar hipovitaminosis D.

1.2. DESARROLLO DEL ENVEJECIMIENTO

La función y composición del sistema músculo- esquelético decae con la edad (6–8). La pérdida de músculo esquelético comienza de forma temprana pero continúa hasta el final de la vida. De los 20 a los 80 años, la masa muscular sufre una reducción hasta un 30% (9,10). Aparentemente la pérdida de la capacidad de generación de fuerza muscular aumenta después de los 60 años de manera que, a los 80, la pérdida es ya considerable así como sus consecuencias para la movilidad funcional (11–13). Esto se debe principalmente a una reducción de la masa muscular de aproximadamente un tercio entre los 50 y 80 años como parte del envejecimiento normal (14).

La fuerza muscular parece tener su máximo entre los 25 y 35 años, después se mantiene o bajo un poco entre los 40 y 59 años llegando a disminuir entre 12 y 15% por cada década después de los 50 años llegando a un 30% por cada década posterior (15). La pérdida de fuerza se refleja directamente en la disminución de la función muscular (16). Después de los 30 años se da una disminución en las áreas transversales del muslo, un descenso

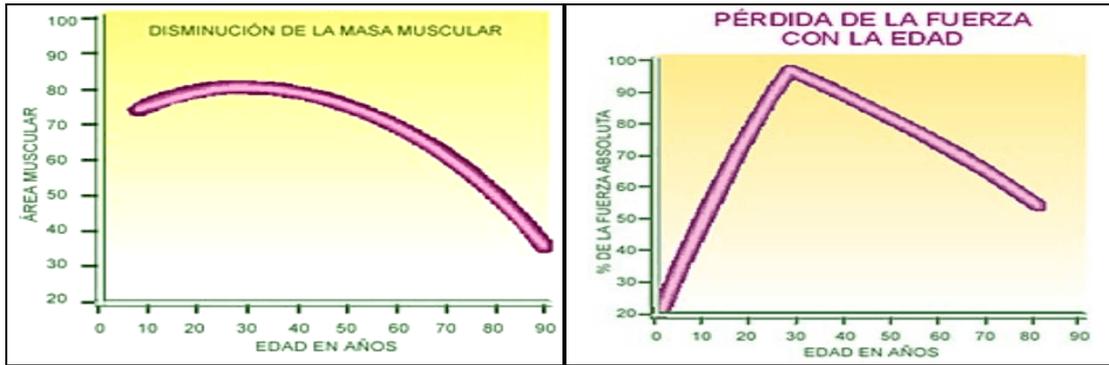
en la densidad muscular y un aumento en la grasa intramuscular. Estos cambios son más evidentes en las mujeres.

Con la vejez, la morfología y función del músculo esquelético sufren una disminución, que es dramáticamente evidente después de los 60 años (17–20). No obstante el proceso de envejecimiento trae consigo una disminución en la producción de la fuerza máxima lo que dificulta la realización de las tareas que antes hacíamos fácilmente (21). En este sentido, la disminución de esta cualidad física es el condicionante principal que provoca la dependencia de las personas mayores (22).

Es innegable que con la edad se pierde masa muscular, pero es muy difícil distinguir lo que es pérdida fisiológica de lo que es atrofia por inactividad. Son los cambios en la capacidad contráctil del músculo los que originan en el anciano una disminución de las condiciones para desarrollar la fuerza máxima. Si un músculo se vuelve más lento con la edad, esto tendrá implicaciones no sólo para la capacidad de desarrollar la fuerza necesaria para las actividades cotidianas sino que podrá reducir críticamente la velocidad refleja (23).

La atrofia muscular podría ser el resultado de la pérdida gradual y selectiva de fibras musculares, como ya expresamos. La disminución es más acentuada en las fibras musculares del tipo II, las cuales disminuyen en promedio un 60% en los hombres sedentarios.

Figura 1. Pérdida de fuerza y masa muscular con la edad



La pérdida de masa y fuerza muscular pueden estar relacionados con el déficit de vitamina D, toda vez que es muy frecuente en los ancianos. El músculo esquelético posee receptores para la vitamina D (VDR), el déficit de vitamina D en el músculo se expresa en forma de degradación miofibrilar, disminución de insulina mediada por la hipocalcemia (24).

La debilidad muscular asociada a la hipovitaminosis D, si sobrepasa un determinado límite, puede afectar a la capacidad funcional y a la movilidad, lo cual sitúa especialmente a las personas ancianas en mayor riesgo de caídas y, por tanto, de fractura (25,26).

La pérdida de fuerza, y sobre todo la absoluta, es una de las alteraciones más importantes y no menos preocupantes asociadas a la sarcopenia.

1.3. SARCOPENIA

La disminución de la masa muscular en el envejecimiento fue reconocida mucho antes de la creación del término "sarcopenia", una vez que solo ha sido creado en 1989 por Irwin H. Rosenberg como forma de reavivar el interés de la investigación en este campo (27). La palabra viene del griego, donde "sarx"

significa carne y “penia” significa pérdida (13,20–33), o sea, significa literalmente la pobreza de la carne, para describir la pérdida de masa muscular asociada a la edad. (28) Originalmente la sarcopenia ha sido descrita como la pérdida de masa muscular asociada al envejecimiento.

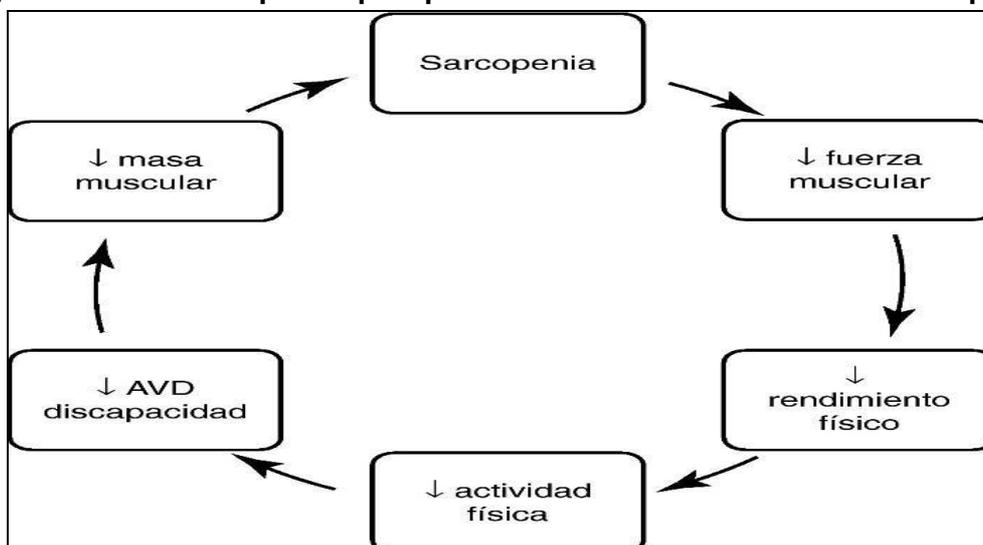
Desde el punto de vista fisiológico, la sarcopenia puede estar provocada por la disminución de elementos contráctiles (16), por la reducción del número total de fibras musculares (10% a partir de los 50), por la disminución del tamaño de las fibras musculares tipo II o de contracción rápida y por una pérdida de unidades motoras (29).

A lo largo del tiempo hubo muchas variaciones. La masa muscular declina aproximadamente un 3-8% por década a partir de los 30 años, y esa tasa se acelera encima de los 60 años (30,31). Actualmente la definición de sarcopenia incluye, además e la pérdida de masa muscular, la pérdida de fuerza y los cambios cualificativos del tejido muscular (32–35). La sarcopenia incrementa el riesgo de caídas, de fracturas y aumenta la vulnerabilidad a las lesiones, y consecuentemente puede ser la causa de discapacidad y dependencia funcional en el anciano. La misma se integra dentro del síndrome del anciano frágil, siendo uno de los principales factores de riesgo de discapacidad y de muerte en la población anciana. Además, la disminución de la masa muscular se acompaña de otros cambios, como un incremento progresivo de la masa grasa.

El mecanismo por el que aparecen estas consecuencias sigue un orden lógico en el que la disminución de la masa muscular se asocia a una disminución de fuerza muscular que, a su vez, disminuye el rendimiento físico,

dificultando la realización de actividades habituales de la vida diaria, discapacidad y dependencia.

Figura 2. Mecanismo por el que aparecen las consecuencias de la sarcopenia



La fuerza muscular es necesaria para poder realizar las más diversas tareas del día a día como levantarse de la cama, subir escaleras, o simplemente andar. No obstante, no debemos olvidar que la disminución de esta cualidad física es una de las causas principales de la pérdida del equilibrio en personas mayores, que trae consigo una propensión de caídas lo que provocará en la mayoría de los casos fracturas de los frágiles (36).

En el año 2010 el grupo Europeo de Trabajo sobre la Sarcopenia en Personas de edad Avanzada (European Working Group on Sarcopenia in older People EWGSOP) publicó un documento en el que se exponía una definición clínica práctica y unos criterios diagnósticos de consenso de la sarcopenia relacionado con la edad (37). Según este documento, el diagnóstico de sarcopenia se basa en la confirmación de una masa muscular baja (criterio 1) más uno de los siguientes: baja fuerza muscular (criterio 2) o bajo rendimiento físico (criterio 3). Además, se propone una clasificación por estadios,

distinguiéndose entre presarcopenia (criterio 1), sarcopenia (criterio 1 + 2 o 3) y sarcopenia grave (criterios 1 +2+3).

Uno de los factores de riesgo para desarrollar sarcopenia en ancianos es la relación entre las concentraciones bajas de vitamina D y niveles elevados de paratohormona (PTH) (38). La 25-hidroxivitamina D se asoció negativamente con el nivel de PTH intacta (39). La PTH también posee efectos trópicos sobre el músculo, incrementando el metabolismo proteico.

La sarcopenia y el nivel de 25-hidroxivitamina D se utiliza como un indicador de fragilidad en las personas de edad (39). Las mismas son característica clave de la fragilidad en las personas mayores y un factor determinante de los resultados adversos para la salud, tales como las limitaciones funcionales y discapacidad (40). No son pocos los investigadores que consideran a la sarcopenia como la puerta de entrada al “ciclo de fragilidad” (41).

1.4. FRAGILIDAD

La fragilidad de adulto mayor es un concepto clave en Geriatria (42). En los últimos años, la fragilidad en el anciano se ha convertido en un tema importante en la actual investigación sobre envejecimiento y la producción científica al respecto ha crecido de manera exponencial.

La fragilidad es un síndrome clínico- biológico que afecta múltiples sistemas corporales determinando disminución de la reserva homeostática, provocando un incremento de la vulnerabilidad, siendo predictor de discapacidad y de presentación de episodios adversos en la salud (2,42). Los adultos mayores frágiles están entre los más difíciles para el manejo médico.

Sin embargo, el conocimiento de este síndrome y sus riesgos puede ayudar a cuidar de estos pacientes con más confianza y disminuir su riesgo de resultados adversos (43).

Debido a su vulnerabilidad, las personas frágiles presentan problemas complejos asociados a comorbilidad, polifarmacia y deterioro físico y/o cognitivo. Son más susceptibles de presentar complicaciones después de intervenciones agresivas (2,44,45).

Se han desarrollado distintas definiciones, instrumentos de medidas y modelos explicativos, sin embargo el constructivo que considera la fragilidad como un síndrome biológico es el más ampliamente usado y contrastado en la literatura (46). La probabilidad de ser frágil aumenta de manera no lineal con el número de sistemas fisiológicos alterados (47). Diferentes autores han caracterizado este síndrome en la práctica clínica diaria a través de criterios y escalas (41,48–57).

En las 2 últimas décadas han surgido 3 modelos de validez predicativa para su evaluación. El primero de ellos incide en la fragilidad física, como el propuesto por Fried et al (41) en el Cardiovascular Health Study (CHS). El Cardiovascular Health Study (58) se evalúa mediante 5 criterios clínicos: pérdida de peso no intencional, debilidad muscular, baja energía, marcha lenta y escasa actividad física; clasifica a los mayores como frágiles si presentan 3 o más criterios, prefrágiles si presentan 1 o 2 y no frágiles si no presentan ninguno (46).

En un segundo modelo, se conceptualiza mediante valoración de dominios, tanto de la función física como los dominios psicológicos y de relación social. Y un tercer modelo utiliza índices de fragilidad (IF) de

acumulación de déficit. Lo que se puede observar, la fragilidad es un concepto multisistémico que afecta a varias dimensiones de la salud de los individuos mayores (59).

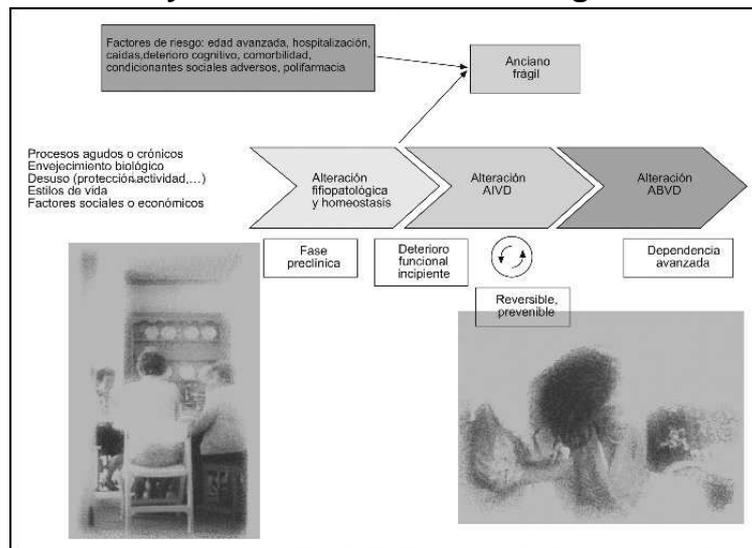
Figura 3. Marcadores de Síndrome de Fragilidad



La prevalencia de fragilidad aumenta de manera exponencial a medida que se envejece, desde un 3,2% a los 65 años, un 16,3% en los mayores de 80 años y un 23,1% a los 90 años (41). Existe cierto consenso en que es un estado prediscapacidad (60,61). Esa prevalencia es más encontrada en mayores institucionalizados que la descrita en la población general. Los mayores frágiles presentan peores resultados de salud en las dimensiones biológicas y psicosociales, lo que sugiere que a la afectación física acompañe una crisis de identidad (62).

La figura 4 refleja gráficamente la progresiva pérdida funcional hacia la dependencia y la situación del anciano frágil.

Figura 4. Desarrollo de la pérdida de función hasta la situación de dependencia, y situación del anciano frágil



La fisiopatología de la fragilidad se considera actualmente plurietiológica, conjunción de diferentes factores influyentes: genéticos, inflamatorios, declive celular y orgánico del envejecimiento, moleculares enfermedades crónicas, etc. (23).

La discapacidad es considerada comúnmente como una condición irreversible de la edad avanzada. Por lo tanto, las medidas preventivas deben ser tomadas antes de la cascada de la desactivación, es decir en la fase previa a la discapacidad se define el “síndrome de fragilidad”. Como fue citado antes, la complejidad y la heteroneidad de la fragilidad requieren un enfoque clínico basado en la multidimensionalidad y multidisciplinario (63).

La prevención, el diagnóstico temprano, el reconocimiento precoz de este síndrome es de suma importancia para prevenir la capacidad funcional física y por lo tanto la calidad de vida (64). Por lo tanto, su detección precoz permitirá aplicar intervenciones para su tratamiento y recuperación (65).

Se ha demostrado que la vitamina D preserva la fuerza muscular y por lo tanto podrían tener un rol en la prevención o el tratamiento de la fragilidad, pero son necesarios más estudios para determinarlo (41).

En un estudio realizado en Toscana, Italia, con 1.155 adultos mayores de 65 años, evidenciaron que la pre-fragilidad es un “riesgo” estado del que tienen más probabilidades de recuperarse en comparación con los adultos mayores con altos niveles de 25 hidroxivitamina D. Por lo tanto, el tratamiento con la vitamina D deben ser investigados como una terapia potencial para el tratamiento de pre-fragilidad y evitar un mayor declive (66).

Recientemente, las investigaciones sugieren que la vitamina D puede proporcionar tratamiento y prevención en muchas enfermedades que conducen a la fragilidad. Una vez que la deficiencia de la misma puede desempeñar un papel en la diabetes mellitas, cáncer, esclerosis múltiple y otras enfermedades auto inmunes, y se asocia con peor rendimiento físico, las caídas y fracturas, y un mayor riesgo de ingreso en institucionalización. Con lo cual, se espera que la vitamina D sea un tratamiento para la fragilidad en una sociedad que envejece (67).

Esperamos que estas nuevas consideraciones sobre la importancia de la vitamina D en los ancianos estimularan un enfoque innovador para el problema de los ancianos frágiles que constituye una carga importante para los presupuestos de salud pública en todo el mundo (24).

1.5. VITAMINA D

La pro-vitamina D o colecalciferol es una prohormona fundamental para la regulación del balance de calcio-fósforo y del metabolismo óseo en el organismo. El receptor nuclear de la vitamina D (VDR) está ampliamente distribuido por numerosos tejidos orgánicos, además de la clásica función a nivel óseo, actúa también en el sistema cardiovascular, en el metabolismo lipídico y glucídico, sistema respiratorio, cerebral y sistema muscular (68).

A partir de estudios experimentales se encontró que los metabolitos de la vitamina D influyen directamente en la maduración de células del músculo y en funcionamiento a través de un receptor de la vitamina D (VDR) (26).

Un ensayo clínico aleatorizado, doble ciego, recientemente publicado y realizado en 6 sujetos durante el invierno para ver el efecto de los suplementos de vitamina D durante 2 meses en la expresión genómica, obtuvo que, en el momento inicial del estudio hubo una diferencia significativa en la expresión de 66 genes entre los sujetos con deficiencia de vitamina D (<20 ng/ml) y aquéllos con niveles iniciales >20 ng/ml. Tras 2 meses con suplemento de vitamina D la expresión genética de esos 66 genes fue similar en ambos grupos. Además, se identificaron 17 genes regulados por la vitamina D como nuevos candidatos a la respuesta a la vitamina D, los cuales han mostrado ser importantes para la regulación de la transcripción genética, la función inmune, la respuesta al estrés y la reparación del DNA (69).

La deficiencia de vitamina D debe ser reconocida y tratada. Algunos autores sugieren que puede haber una serie de diferentes mecanismos biológicos por los bajos niveles de 25-hidroxivitamina D podría contribuir al

síndrome de fragilidad. Además, la posibilidad de que la mejoría de los niveles de 25-hidroxivitamina D pueda influir específicamente en la incidencia y progresión de la fragilidad necesita ser explorada (70).

Numerosos estudios se han realizado a lo largo de los años para poner en evidencia esas acciones extraóseas, siendo las más relevantes las que tienen lugar en el músculo, que son las que analizaremos en esta revisión.

1.5.1. Vitamina D y actividad muscular

Desde hace mucho tiempo la intervención de la vitamina D ha sido ampliamente estudiada. Se observa que la deficiencia de 25- hidroxivitamina D lleva a una miopatía caracterizada por atrofia y debilidad muscular proximal (71), y la presencia de VDR en el tejido muscular esquelético ha sido evidenciada en diversos estudios (72–74), observándose un descenso de los receptores con la edad (75).

El músculo esquelético posee receptores para la vitamina D, y el déficit de vitamina D es endémico en la población anciana, y está asociada con la pérdida de masa ósea, debilidad muscular, sarcopenia, y un aumento del riesgo de caídas y fracturas, todo causado por la atrofia muscular principalmente de fibras musculares de tipo II, y afectando sobre todo a la musculatura proximal (76,77). El déficit se expresa en forma de degradación miofibrilar, disminución de la secreción de insulina mediadora por la hipocalcemia y disminución del recambio proteico. La PTH también posee efectos tróficos sobre el músculo, incrementando el metabolismo proteico (24). Un nivel adecuado de vitamina D se asocia con una mejoría en la función muscular, lo cual determina una disminución del riesgo de caídas (78).

1.5.2. Niveles óptimos de vitamina D

En España los niveles de 25 hidroxivitamina D se miden en nanogramos por mililitro (ng/mL), aunque en la mayoría de las publicaciones anglosajonas se miden en nanomoles por litro (nmol/l). Para convertir nmol/l en ng/ml se divide entre 2,496. En la mayoría de los hospitales españoles los laboratorios manejan un rango de normalidad en los niveles de 25-hidroxivitamina D entre 15-70 ng/ml, lo cual no parece coincidir con el actual estado de la cuestión.

Actualmente y basándonos en los niveles sanguíneos de 25 hidroxivitamina D se define (79,80):

- ❖ Deficiencia: niveles por debajo de 20 ng/ml.
- ❖ Insuficiencia: 21-29 ng/ml.
- ❖ Nivel deseado: 30-60 ng/ml.
- ❖ Intoxicación: niveles por encima de 150 ng/ml.

A la vista de todos los datos estudiados por varios trabajos, parece aconsejable recomendar mantener unos niveles de 25- hidroxivitamina D por encima de 30 mg/ml (5,80,81).

Una explicación fisiológica para el efecto beneficioso de la vitamina sería que la 1,25 hidroxivitamina D (su metabolito activo) se liga a un receptor nuclear altamente específico en el tejido muscular, conduciendo a una mejora de la función muscular y así como la estabilidad. Este efecto de la vitamina D en el músculo sería mediado por la síntesis de proteínas, que incidirían en el crecimiento de los miocitos a través de un receptor nuclear altamente específico para vitamina D que se expresa en los músculos humanos (82).

1.5.3. Metabolismo de la vitamina D

La vitamina D del organismo proviene de 2 fuentes naturales: la principal es la síntesis cutánea, con la acción de la luz ultravioleta B sobre su precursor (7-dehidrocolesterol) en la piel; que representa el 90% del aporte y la segunda fuente, menos importante, es la ingesta dietética (pescados grasos, huevos y productos lácteos) (5,80).

Con el envejecimiento, disminuye la síntesis de la vitamina D en la piel bajo influencia de la luz UV debido a la exposición a la luz solar insuficiente, y una disminución de la capacidad funcional de la piel. La dieta contiene una parte menor de la exigencia de la vitamina D. La deficiencia de vitamina D en los ancianos es menos común en los Estados Unidos que en otros lugares debido a la fortificación de la leche y el uso de suplementos. Una dieta baja en calcio puede causar un aumento de la cifra de metabolitos de la vitamina D y con ello agravar la deficiencia de vitamina D. La prevención es factible por exposición a la radiación ultravioleta (UV), la fortificación de alimentos y suplementos. La vitamina D y calcio pueden mejorar la discapacidad funcional (83).

La ingestión diaria de vitamina D en la dieta puede ser útil para aumentar la 25-hidroxivitamina D (39). La síntesis cutánea de vitamina D está influenciada por la estación del año, la latitud, la pigmentación cutánea, la cantidad de piel cubierta por la indumentaria, el uso de pantalla solar y por la edad.

El suero de 25-hidroxivitamina D su valor umbral para evitar eventos adversos para la salud es de alrededor de 30 ng/mL. Sólo el 15% de las

personas mayores pueden alcanzar esta concentración. O sea, la gravedad de la deficiencia de vitamina D parece ser un biomarcador de fragilidad. Por el contrario, la administración de suplementos para la corrección de la misma con efecto favorable óseos y no óseos, tales como los riesgo de caídas y fracturas, así como, se reduce la tasa de mortalidad.

1.5.4. Déficit de vitamina D

La deficiencia de vitamina D se ha convertido en un problema mundial de salud que se ha asociado no sólo con la enfermedad ósea metabólica, sino también con muchas enfermedades crónicas (84). En España, es muy frecuente, tanto en la comunidad como en los ancianos institucionalizados. El diagnóstico y el tratamiento son sencillos y baratos (85).

La hipovitaminosis D es muy frecuente, estimando en mil millones el número de personas en el mundo con niveles bajo. Afecta a todos los grupos de edad, pero es en los ancianos donde la prevalencia de su déficit alcanza mayor proporción (79,86,87). La deficiencia de vitamina D está fuertemente asociada con la fragilidad (88).

La causa más común de deficiencia de vitamina D es la exposición solar inadecuada, no resulta sorprendente que los países de latitud superiores tienen una alta incidencia. Sin embargo, está surgiendo la evidencia de que esta deficiencia no solo se limita a latitudes con baja exposición solar (24,79,89).

La deficiencia de vitamina D causa debilidad muscular, aumentando el riesgo de caídas y fracturas, y debe ser tratada agresivamente con dosis

farmacológicas de vitamina D. El déficit de vitamina D puede ser un marcador pronóstico de mortalidad, independiente de la morbilidad de la persona (90).

Un estudio realizado en una población española presentó que la deficiencia es muy prevalente, cercana al 80%, y que la insuficiencia de vitamina D está presente en un tercio de la población estudiada, dado que es similar con previos estudios poblacionales en Europa y el resto del mundo (91).

Los niveles plasmáticos de 25-hidroxivitamina D son el mejor parámetro para definir el estatus corporal de vitamina D. La definición de la deficiencia de vitamina D ha sido motivo de controversia, en parte debido a la interpretación de los sustitutos asociados con estado de la vitamina D. El Instituto de Medicina concluyó que para maximizar la salud, el nivel de 25-hidroxivitamina D debe ser superior a 20 ng por mililitro (34). Otros se han basado en los niveles de la hormona paratiroidea para evaluar el estado de vitamina D, con el argumento de que tales niveles alcanzan su punto más bajo y la meseta cuando los niveles de 25-hidroxivitamina D son de 30 a 40 ng/mL.

Aunque no existe un claro consenso, el nivel óptimo de 25-hidroxivitamina D ha sido ampliamente discutido, cada vez más se cree más conveniente que los niveles estén por encima de 30 ng/mL (100nmol/L) e incluso más altos de cara a mantener las funciones no óseas de la vitamina D. En la actualidad los expertos consideran insuficiencia vitamínica cuando los niveles son inferiores a 30ng/mL (75nmol/L) y deficiencia si están por debajo de 20 ng/mL (50 nmol/L) (5,86,92). Se habla de deficiencia grave cuando son inferiores a 15 ng/mL (37,5nmol/L) (68).

El establecimiento de los criterios de diagnóstico estrictos se ve obstaculizada por las diferencias en los métodos de ensayo para la 25-

hidroxivitamina D. Y la insuficiencia de vitamina D puede dar lugar a hiperparatiroidismo, y por lo tanto, la hormona paratiroide (PTH) fue explorado como un posible mediador en la relación entre la 25-hidroxivitamina D (25 (OH) D)y la fragilidad (93).

La dosis exacta para prevenir o mejorar la función neuromuscular es todavía tema de controversia, pero en un reciente meta análisis muestra que las dosis diarias de al menos 1.000 UI por día poseen mejor efecto en actividad y función neuromuscular que dosis mensuales o anuales (94).

Dada la evidencia actual sobre el tema y teniendo en cuenta que el riesgo de intoxicación por vitamina D es una condición muy rara, se puede aconsejar el tratamiento con suplementos de calcio y vitamina D sin necesidad de una determinación previa de 25-hidroxivitamina D en personas institucionalizadas (91). Evidencia robusta sostiene que en adultos mayores la suplementación mejora aspecto de la movilidad y reduce las caídas.

Como fue dicho anteriormente las personas mayores de 65 años tienen niveles sérico insuficiente de vitamina D (<30ng/ml). Casi la mitad presenta deficiencia (<20 ng/ml), en muchos casos severa (<15 ng/ml). Varios estudios epidemiológicos abren la posibilidad de una relación entre los niveles bajos de 25-hidroxivitamina D con la fuerza muscular, la movilidad y el rendimiento físico. Los suplementos de vitamina D tiene efectos clínicos beneficiosos, con una reducción significativa de los riesgos Los riesgos de intoxicación es mínimo, incluso con altas dosis de vitamina (95).

Los suplementos de vitamina D parecen ofrecer una promesa significativa en la mejora de la salud a largo plazo de las personas mayores frágiles (96). La terapia exitosa de estas condiciones puede ayudar a estabilizar

a la persona de edad avanzada que está en riesgo de declive funcional y el aumento de la fragilidad (97).

Existe un consenso en la necesidad de suplementar calcio y vitamina D, en los ancianos con insuficiencia de vitamina D. Los factores asociados al déficit de 25- hidroxivitamina D más documentados son: menor exposición solar, peor estado nutricional general, peor capacidad funcional, menor ingesta de pescados grasos, vivir solo y estar institucionalizado (87).

Dada la prevalencia tan elevada de déficit de vitamina D en la población anciana se hace necesaria una monitorización de la 25- hidroxivitamina D, estimándose oportuna una determinación anual, principalmente en los ancianos institucionalizados, los confinados en el hogar, que son la población con más prevalencia del déficit (79).

Existe también un consenso general en que la suplementación con vitamina D se debe ir asociado a la del calcio elemento, debido a la efectividad en inhibir la PTH (80). En España la dosis diaria recomendada de calcio es de 1.200-1.500 mg.

En cuanto a los efectos secundarios de la suplementación con vitamina D, los casos de hipercalcemia e hipercalciuria encontrados en los estudios disponibles no son clínicamente relevantes. La intoxicación por vitamina D es extremadamente rara. Se asocia a niveles de 25 hidroxivitamina D superiores a 150 ng/ml se presenta con hipercalcemia, hiperfosfatemia e hipercalciuria secundarias (98). Se ha comprobado que una dosis de hasta 10.000 UI/día de vitamina D durante 5 meses no llega a causar toxicidad, por lo que parece que el tratamiento con vitamina D es seguro y muy raramente se asocia a toxicidad (99).

En la revisión exhaustiva de la literatura para ver los posibles efectos tóxicos de dosis altas de 25 hidroxivitamina D, encontramos que el nivel más bajo en que se observó un efecto secundario correspondía a una concentración sérica de vitamina D de 200 nmol/L que se corresponde con una ingesta de 40.000 UI. En nuestro estudio las dosis empleadas (4000 UI/día) están muy por debajo de estos valores.

Hay muchas evidencias que la vitamina D participe en dos aspectos importantes en la función neuro-muscular: la fuerza muscular y el equilibrio (100). Y además, que el músculo responde a la vitamina D (101), lo cual debe ser aliciente para que se realicen estudios sobre su potencial terapéutico.

1.6. EQUILIBRIO Y MOVILIDAD

La postura ha sido definida desde múltiples campos y perspectivas. Son muchos los autores que, en las últimas décadas, se han interesado acerca de la postura bípeda característica del ser humano y sus repercusiones, dando lugar a infinidad de definiciones.

La Real Academia de la Lengua, define la postura como una “planta, acción, figura, situación o modo en que está puesta una persona, animal o cosa. Desde un punto de vista físico, se define como la configuración del sistema músculo-esquelético en el logro de las actividades de la vida diaria en contra de la fuerza de la gravedad (102). Otro autor la define como la posición de todo el cuerpo o de un segmento del cuerpo en relación con la gravedad (103). En esta misma línea, otro autor, define la postura como una actitud del cuerpo que es mantenida, o puede mantenerse, porque se crea una situación de equilibrio entre la fuerza de la gravedad y las fuerzas de soporte (104). Y

como la posición relativa de los diferentes segmentos corporales respecto a sí mismos, el ambiente, o al campo gravitatorio (105).

De estas definiciones se desprende que, la estabilidad postural o la postura erecta es una característica del ser humano que se adquiere gracias al sentido que tiene de la situación en el espacio o al equilibrio. El mantenimiento de esta postura se logra mediante una adaptación adecuada de los músculos que actúan para mantener el cuerpo en una posición de equilibrio estable.

Desde de un punto de vista clínico, para mantener el equilibrio es preciso el esfuerzo del individuo, merced a los diferentes sistemas sensoriales y motores implicados para mantener su centro de gravedad dentro de los límites de estabilidad.

1.6.1. Estabilidad postural y equilibrio

La estabilidad y el equilibrio son dos conceptos que se suelen usar indistintamente aunque tienen significados diferentes. Podemos definir el equilibrio como la capacidad para sumir y sostener cualquier posición corporal en contra de la acción de la gravedad (106).

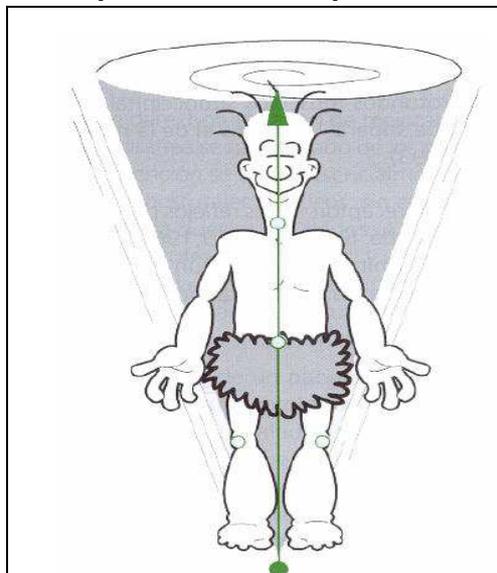
Desde el punto de vista de la física, el equilibrio está relacionado con las fuerzas que actúan sobre un cuerpo (107) considerando dos tipos principales de equilibrio (106–108): equilibrio estático, si la resultante de todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo es igual a cero; y equilibrio dinámico, si el cuerpo se desplaza con velocidad lineal constante.

Para determinar si un cuerpo se encuentra equilibrado, se tienen que cumplir dos premisas (107): todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo se

deben anular entre sí para que la resultante sea cero; y todos los momentos de fuerza que actúan sobre el cuerpo deben sumar a cero.

El concepto de estabilidad implica movimiento, tal y como demostraron algunos autores, quienes concluyeron que la posición de bipedestación es en realidad un movimiento sobre una base fija, existiendo una oscilación como fruto del control postural. Estas oscilaciones posturales constantes muestran que no existe un estado de estabilidad, sino que estamos ante una constante actividad de estabilización para compensar el desequilibrio anterior al que estamos sometidos en bipedestación debido a la ubicación anterior de la línea de gravedad y el predominio de la masa corporal en los dos tercios superiores del cuerpo (109). Para entender este constante mecanismo compensatorio se ha descrito durante muchos años el modelo de péndulo invertido, cuyo eje de rotación sería el tobillo (110,111).

Figura 5. Representación de péndulo invertido.



La estabilidad postural o control postural es la capacidad de mantener la posición del cuerpo, y específicamente del centro de gravedad, dentro de los límites de estabilidad.

Los límites de estabilidad son la frontera de un área del espacio en la que el cuerpo puede mantener su posición sin cambiar su base de sustentación. Si en algún momento el centro de gravedad cae fuera de los límites de estabilidad, la caída es inevitable a menos que se realice una maniobra rápida de corrección. Como se puede observar la estabilidad de un cuerpo va a estar condicionada por diferentes variables que se describirán a continuación.

1.6.2. Variables que determinan el equilibrio y la estabilidad

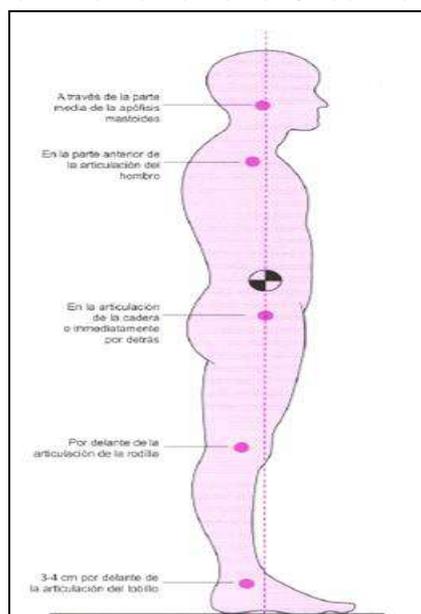
1.6.2.1. Centro y línea de gravedad

El centro de gravedad se define como el punto central de toda la masa corporal, determinado por la media de los centros de masa de los distintos segmentos corporales. Esta definición implica que, partiendo desde el centro de gravedad, tenemos la misma cantidad de peso hacia craneal que hacia caudal, hacia un lado que hacia otro, hacia ventral que hacia dorsal. Y por tanto, se puede considerar al centro de gravedad como un punto de equilibrio (108).

El centro de gravedad está situado a la altura de la segunda vértebra sacra (108,111). Sin embargo, se ha demostrado que la propia localización del centro de gravedad varía en función de la estructura corporal, la edad y el sexo.

Otro concepto que se debe tener en cuenta es la línea de Gravedad, conocida como la proyección del centro de gravedad sobre el suelo y descrita mediante una línea perpendicular al suelo que discurre a través del centro de gravedad (108). En bipedestación, esta línea se proyecta aproximadamente cinco centímetros por delante de la articulación del tobillo (106).

Figura 6. LDG correspondiente a una persona en bipedestación (Trew M, Everett T. Fundamentos del movimiento humano. 5ª ed. Barcelona, Masson; 2006)



La línea de gravedad resulta determinante para la estabilidad ya que una persona en bipedestación está en equilibrio mientras la línea de gravedad se encuentre dentro de la base de sustentación (103,107,112).

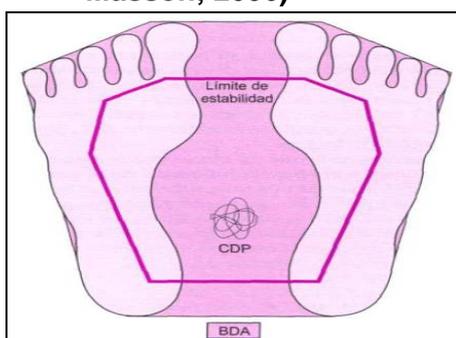
1.6.2.2. Base de sustentación, límite de estabilidad y centro de presiones

Se considera base de sustentación, al área encerrada al unir los puntos de apoyo más externo, que en el caso del cuerpo humano lo constituye el apoyo de los pies. (108). Modificando la posición de los pies o usando apoyos externos (como por ejemplo unas muletas), cambiaremos la forma y el tamaño

de la base de sustentación. En el instante en el que nos salgamos de la base de sustentación nos desequilibraremos.

Teóricamente, podríamos ser capaces de desplazar la línea de gravedad hasta el borde de la base de sustentación y continuar siendo estables, sin embargo, es un hecho muy complejo dado que se requiere una fuerza muscular muy intensa a nivel de los tobillos. Por este motivo, surge el concepto de límite de estabilidad, que corresponde al área limitada en la que los sujetos pueden desplazar la línea de gravedad en unos márgenes seguros sin comprometer la estabilidad.

Figura 7. Representación de la BS, límite de estabilidad y centro de presiones (Trew M, Everett T. Fundamentos del movimiento humano. 5ª ed. Barcelona, Masson; 2006)



Otro concepto muy ligado a los anteriores es el centro de presión, que se define como la zona donde confluyen el total de fuerzas aplicadas a la superficie de soporte, o sea, el punto de aplicación de la fuerza de reacción del suelo. Esta localizado a unos pocos centímetros por delante de la articulación del tobillo, en el interior de la base de sustentación y del límite de estabilidad. Dependiendo de la oscilación de la persona, varía con diferentes amplitudes (108).

1.6.2.3. Control postural y estabilidad postural

El control postural es la interacción del individuo con las tareas y el entorno, controlando la posición del cuerpo en el espacio con el doble propósito de proporcionar orientación postural y estabilidad postural. Se basa en la interpretación de la información proveniente de los sistemas vestibular, visual y somatosensorial (113).

Por otro lado, la estabilidad postural se define como la habilidad para mantener la posición corporal, en concreto el centro de gravedad, dentro de los límites de seguridad (113).

El mantenimiento postural se lleva a cabo por la interacción y coordinación de manera meticulosa de un sistema continuo de aferencias y eferencias, necesita la presencia de exocaptadores (como el ojo, oído y pie) y endocaptadores (propiocepción de los músculos del caquis, miembros inferiores, músculos oculomotores y/o articulaciones temporomandibular) (114).

Por lo tanto, la bipedestación es posible, gracias al control y regulación de numerosos grupos musculares, así como la participación de los reflejos vestíbulo –espinal y vestíbulo-ocular, proveniente de los órganos de la visión, del sistema vestibular y los sensores propioceptivos, responsables de la estática y de la movilidad. La alteración de cualquiera de ellos, puede dar lugar a un trastorno en el mantenimiento del equilibrio o del control postural.

A medida que envejecemos nuestra corporalidad se debilita, conllevando un declino en el equilibrio. El proceso de envejecer es una de las causas principales que originan alteraciones del equilibrio y alteraciones de la marcha.

El envejecimiento afecta a todos los elementos que intervienen en la regulación del equilibrio, tanto a nivel del control central como de las aferencias periféricas o de los efectores motores (115,116).

A nivel vestibular, el envejecimiento es responsable de los trastornos del mantenimiento del equilibrio en las condiciones de exclusión de las aferencias propioceptivas o visual (117). A nivel visual, el envejecimiento se caracteriza por la disminución de la percepción visual de las oscilaciones espontáneas del cuerpo con relación con el entorno (118).

El envejecimiento, en el sistema nervioso periférico, tiene como consecuencia la disminución de la velocidad de conducción nerviosa y de la sensibilidad vibratoria y discriminativa (119).

Al considerar los cambios del equilibrio que ocurren en las personas mayores se debe diferenciar entre los cambios que se producen de forma fisiológica, derivadas de la propia edad de los cambios que aparecen en relación con enfermedades asociadas a la edad avanzada.

Así pues debido al proceso propio de envejecimiento, tanto el equilibrio dinámico como estático como sobretodo los factores sensoriales y mecánicos sufrirán un deterioro que causarán una pérdida paulatina de la agilidad y equilibrio así como un detrimento en las actividades de la vida diaria y la independencia del anciano.

El control del equilibrio es uno de los principales requisitos para una buena movilidad. Los estudios indican que el desempeño en tareas de agilidad y equilibrio dinámico está relacionado con la velocidad de la marcha (120).

Con respecto a la marcha en los ancianos, resultan en una disminución de la capacidad para levantar el pie mientras caminan, con una longitud de paso más corta y un aumento del período de doble soporte en el ciclo de la marcha. Estos cambios generan una franca disminución en la velocidad de la marcha (121).

La velocidad disminuye en un 9% en los mayores de 60-80 años y un 11% con el aumento de personas con la edad máxima de 87 años. En otras palabras, la variabilidad asociada a la edad, se debe a cambios anatómicos y a la comorbilidad (122).

La velocidad de la marcha ha sido estudiada como un factor potencial de predicción de eventos adversos, y su correlación con el ciclo de fragilidad fue sugerida en investigaciones preliminares (123–125). Es un buen marcador de rendimiento físico en las definiciones de consenso de la sarcopenia y la fragilidad (126).

Es decir, que podría reflejar, como prueba única y suficiente, una vez que, la velocidad de la marcha incluye la funcionalidad de miembros inferiores pero también incorpora la evaluación de capacidades coordinadas del equilibrio y de otras variables sensoriales que son necesarias para una marcha normal y sostenida (122).

Los trastornos de la marcha son prevalentes en personas mayores. Las actividades cotidianas se empiezan a limitar cuando se pierde la deambulación independiente, aumenta la morbilidad (127).

La evaluación del equilibrio es fundamental, una vez que, el equilibrio es una función importante del aparato locomotor y es esencial en el desempeño de muchas actividades de la vida diaria (AVD).

Hoy en día disponemos de técnicas instrumentales de valoración, como la posturografía, que permite analizar el equilibrio de una manera objetiva y cuantificable. La posturografía registra el movimiento del centro de presiones (CDP), registra las alteraciones del equilibrio de una manera objetiva y reproducible, utilizando para ello plataformas dinamométricas permitiendo explorar de manera la estabilidad de la bipedestación.

Desde el punto de vista clínico, no existe un método de referencia aceptado universalmente para valorar el equilibrio. Algunos autores aseguran que las técnicas de posturografía, basadas en el uso de plataforma de fuerza, son las más apropiadas y afirman que la fiabilidad de estos instrumentos está garantizada.

El estudio del equilibrio sobre la plataforma, ha mostrado que el envejecimiento se caracteriza por el aumento de las oscilaciones posturales (128).

La posturografía es una prueba que facilita la obtención de datos objetivos que permiten diferenciar la población que refiere síntomas de inestabilidad, así como detectar desviaciones de la normalidad incluso cuando la severidad del cuadro no es muy marcada. Una plataforma dinamométrica, permite medir, registrar y analizar las fuerzas de reacción sobre el suelo. Cuando una persona incide o se coloca sobre la plataforma, la fuerza ejercida por el pie sobre ella se reparte entre los captadores, que generan las correspondientes señales electrónicas en función de la carga asumida por cada

uno de ellos. A partir de la ecuación de equilibrio dinámico de la placa superior de la plataforma se realiza el cálculo de las tres componentes de la fuerza de reacción, las coordenadas del centro de presión vertical y el momento torsor sobre la plataforma. A posturografía monitoriza la evolución y ayuda a planificar el tratamiento y a controlar la eficacia del mismo (128).

2. HIPOTESIS Y OBJETIVOS

2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

2.1. HIPOTESIS DE TRABAJO

En la presente investigación identificamos la siguiente pregunta de partida: ¿Cuáles son los efectos de la vitamina D (4.000U/día) y del Calcio (1.200 mgs/día) en el rendimiento físico de los ancianos frágiles? ¿Puede esta dosis de Vitamina D afectar a la funcionalidad y retraso de la discapacidad en ancianos frágiles?

En función de los objetivos que especificamos planteamos las siguientes hipótesis.

- ❖ La aplicación de la Vitamina D y Calcio influye en la fuerza muscular, a lo largo del ensayo clínico, en los ancianos frágiles.
- ❖ La aplicación de la Vitamina D y Calcio no influye en la fuerza muscular, a lo largo del ensayo clínico, en los ancianos frágiles.
- ❖ La aplicación de la Vitamina D y Calcio influye en el equilibrio, a lo largo del ensayo clínico, en los ancianos frágiles.
- ❖ La aplicación de la Vitamina D y Calcio no influye en el equilibrio, a lo largo del ensayo clínico, en los ancianos frágiles.
- ❖ Ancianos frágiles poseen un deterioro de la movilidad que está relacionado con sus niveles plasmáticos de 25- hidroxivitamina D.
- ❖ Correlación de los niveles plasmáticos de 25-hidroxivitamina D con dosis altas de vitamina D, mejoran el rendimiento físico en un periodo de 4 meses.

- ❖ La mejora de la movilidad reducirá en los ancianos frágiles la declinación y la inhabilidad.

2.2. OBJETIVOS DE TRABAJO

2.2.1. Objetivo general:

- ❖ Valorar la efectividad de altas dosis de vitamina D sobre el rendimiento físico en ancianos frágiles institucionalizados.

2.2.2. Objetivos específicos:

- ❖ Determinar el grado de fragilidad;
- ❖ Aplicar la vitamina D dentro de la dieta en el tratamiento de los ancianos frágiles institucionalizados;
- ❖ Mantener la mejor calidad de vida posible en los ancianos frágiles;
- ❖ Aumentar la agilidad, movilidad y estabilidad;
- ❖ Disminuir los efectos de la inactividad;
- ❖ Conseguir la máxima independencia posible para el desarrollo de las actividades de la vida cotidiana y su movilidad;
- ❖ Proponer la inclusión de este tratamiento en los ancianos frágiles si comprobamos un efecto beneficioso de la vitamina D en las funciones analizadas.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. DISEÑO DEL ESTUDIO

La presente investigación está basada en un estudio experimental, con todas sus características clásicas, como la selección de los participantes e instrumentos para la valoración y recogida de los datos resultantes de la aplicación de una intervención bajo estudio (variable independiente) en un grupo de intervención y comparación de sus resultados con otro grupo que sirve como control. Este último, debe estar constituido por participantes con características homogéneas a las del grupo intervención, como forma de garantizar una comparación no sesgada de los efectos del tratamiento (129).

Debido a la gran variedad de planteamientos posibles dentro de los que es una investigación científica, clasificamos nuestro estudio experimental, analítico y prospectivo, según la clasificación definida por Argimon & Jiménez (130). Así, en lo que respecta al control de la asignación de los factores en estudio, se considera experimental una vez que se manipula la variable independiente del estudio, es decir, la aplicación de la Vitamina D. El carácter longitudinal proviene de la secuencia temporal existente en el ensayo clínico, o sea, corresponde a la existencia de un lapso temporal entre los momentos evaluativos. En cuanto a su finalidad, se considera un estudio analítico porque es nuestro objetivo establecer una relación causa-efecto y, finalmente, en cuanto a la cronología de los eventos, es prospectivo porque analizamos datos que han sido tomados después de empezar el experimento (130).

3.2. SECUENCIA DE LAS ETAPAS

En cuanto a la secuencia lógica de la parte empírica de la investigación, procedemos a su división en distintas etapas:

1ª Etapa: Divulgación del estudio

Visita a la Residencia Hermanitas de los Pobres de Salamanca con el objetivo de divulgar el propósito de la presente investigación, buscando voluntarios para colaborar en el estudio.

2ª Etapa: Pre- selección de la muestra

Consultamos las fichas de evaluación de los mayores. El objetivo era comparar con los criterios de elegibilidad estipulados en nuestro estudio. Posteriormente, hicimos una pequeña charla informativa sobre el estudio y sus objetivos además de enseñar los instrumentos utilizados para la evaluación.

3ª Etapa: Selección de la muestra

Una vez confirmada la intención de colaborar en el estudio, firmaron el consentimiento informado (impreso CBE-A3: anexo I-II) elaborado por el comité de Bioética de la Universidad de Salamanca (Usal). Posteriormente, se realizó la primera evaluación (cuestionario de recogida de datos- valoración geriátrica integral y una batería de test de rendimiento físico: velocidad de la marcha mediante la prueba de los 10 metros, fuerza muscular mediante el dinamómetro de fuerza, funcionalidad mediante la prueba Timed “Up and Go”, test de balanceo corporal- equilibrio mediante posturografía) (anexo III) a todos se les midieron niveles de 25-hidroxivitamina D y se incluyeron aquellos con niveles de 25-hidroxivitamina D por debajo 20 ng/mL.; presentaban sarcopenia y los que definen el criterio de Fried de fragilidad.

4ª Etapa Intervenciones y reevaluaciones

Después del resultado de la primera evaluación, se dividieron en dos grupos de estudio: Intervención y Control. Los mayores del grupo intervención empezaron a tomar una dosis diaria de vitamina D de 4.000 UI y 1.200mg de calcio durante los 4 meses del ensayo clínico. Tras los 4 meses de tratamiento se hizo una nueva evaluación consistente en una reevaluación de ambos grupos: Un examen médico completo, niveles de 25-hidroxivitamina D, niveles de PTH intacta, velocidad de la marcha, fuerza muscular, funcionalidad mediante la prueba Timed “Up and Go”, test del balanceo corporal- equilibrio mediante la posturografía.

3.3. MUESTRA DE ESTUDIO

El estudio ha sido aprobado por el Comité de Ética y se ha solicitado a las personas su consentimiento libre e informado para participar en él (anexo I-II).

Se seleccionaron los mayores mediante un muestreo aleatorio. Se recogieron datos de 87 mayores, para este estudio resultaron excluidos 25 ancianos. La causa principal de exclusión fue el diagnóstico de demencia o el deterioro cognitivo. Le sigue en importancia los mayores encamados, los sujetos que estaban en silla de ruedas y los que rechazaron la invitación en participar en el estudio. Cumplieron criterios de inclusión y dieron su consentimiento informado 62 mayores.

Tabla 2. Flujo de la Muestra

Total de casos sujetos a	
Evaluación	87
Nº de eliminados	25
Participantes	62
Ancianos frágiles	49
Grupo Intervención (frágiles)	23
Grupo Control (frágiles)	26
Perdidos	16
No frágiles	13

3.4. CRITERIOS DE SELECCIÓN:

3.4.1. Criterios de inclusión:

Personas mayores de 65 años con niveles de 25 hidroxivitamina D por debajo 20 ng/mL; presentaban sarcopenia y con criterios de ancianos frágiles, según “Fried Frailty Index”(41):

Donde se define como anciano frágil si presenta tres o más de los cinco síntomas siguientes:

- ❖ Pérdida no intencional de peso (al menos 5kg en los últimos 6 meses);
- ❖ Sensación de agotamiento general;
- ❖ Bajo nivel de actividad física;
- ❖ Disminución de la fuerza de prensión de la mano, HAND GRIP menor de 14Newton (Medido por un dinamómetro);
- ❖ Velocidad de la marcha. Menor de 0,8 m/s. (Test de 10 metros);

Un criterio define a ancianos no frágiles, dos criterios a ancianos que conforman un grupo intermedio (prefrágil) y tres criterios a ancianos frágiles. Con la aplicación de estos criterios, reclutamos los que presentan tres o más de los criterios señalados

3.4.2. Criterios de exclusión:

Se excluyeron del estudio los mayores que se negaron a la participación en el mismo.

Fueron excluidos los mayores que presentan algún tipo de patología como:

- ❖ Insuficiencia Renal;
- ❖ Enfermedad psiquiátrica, no estabilizada;
- ❖ Enfermedad de Parkinson;
- ❖ Demencia;
- ❖ Enfermedades de Tiroides y Paratiroides;
- ❖ Osteomalacia;
- ❖ Enfermedad que limitan y dificultan la marcha;
- ❖ Estar en tratamiento con dosis de 25 hidroxivitamina D > 4.000 U/día;

3.5. VARIABLES RECOGIDAS

- ❖ **Edad:** Variable cuantitativa que se obtendrá a partir de los años cumplidos en el momento de la primera revisión corregidos en 0,5 años.
- ❖ **Sexo:** Variable nominal dicotómica con categorías: hombre-mujer.
- ❖ **Grupo:** Variable nominal dicotómica con categorías. Grupo frágil y grupo no frágil.

- ❖ **Caídas:** Variable nominal dicotómica codificada que recogerá “se han caído” o “no”. Los sujetos con 0 caídas se codificarán como “sujetos que no se caen” y los que tengan 1 o más caídas como “sujetos que se caen.”
- ❖ **Ayuda para caminar:** Variable nominal dicotómica codificada que recogerá se necesita de alguna ayuda técnica o no. Los sujetos con 0 se codificarán como “sujetos que no necesita de ayuda técnica (bastón, muleta, andador)” y los que tengan 1 como “sujetos que si necesita de ayuda técnica.”
- ❖ **Levantar de la Silla:** Variable nominal dicotómica codificada que recogerá si necesita de ayuda de los brazos para levantarse de la silla o no. Los sujetos con 0 se codificarán como “sujetos que no necesita de ayuda” y los que tengan 1 como “sujetos que si necesita de ayuda para levantarse de la silla.”
- ❖ **Nivel de actividad física:** Variable ordinal codificada que recogerá si realiza actividad física. Los sujetos con 0 se codificarán como poco activo “realiza actividades más sedentarias – leer, jugar a las cartas, ver la TV...”; los que tengan 1 como moderadamente activa “al menos 3 veces por semana – Jardinería, pasear, tareas de la casa...”; y los que tengan 2 se codificarán como vigorosamente activa – al menos 30 minutos al día, tres veces por semana – ejercicio programando, caminar, tai Chi, natación...).
- ❖ **Nivel de energía:** Variable ordinal codificada que recogerá su nivel de energía habitual. Los sujetos con 0 se codificarán como bajo (sensación de agotamiento en general); los que tengan 1 como moderadamente; y

los que tengan 2 se codificarán como alto nivel de energía, muy lleno de energía.

- ❖ **Deterioro Funcional:** Variable ordinal codificada que recogerá si presenta deterioro en su funcionalidad en las actividades básicas de la vida diaria. Los sujetos con 0 se codificarán como no necesita ayuda para realizar las actividades como “caminar en el domicilio, bañarse, vestirse, trasladarse, aseo”; los que tengan 1 como tiene alguna dificultad pero no necesita ayuda; y los que tengan 2 se codificarán como necesita ayuda muchas veces porque tiene problemas y dificultad en realizar las actividades cotidianas de la vida diaria.
- ❖ **Deterioro Psíquico:** Variable nominal dicotómica codificada que recogerá si hay deterioro psíquico o no. Los sujetos con 0 no presenta pérdida de memoria y los que tengan 1 presenta pérdida de memoria.
- ❖ **Pérdida de Peso:** Variable nominal dicotómica codificada que recogerá si ha perdido peso en los últimos 6 meses o no. Los sujetos con 0 se codificarán como “sujetos que no refirieron pérdida de peso” y los que tengan 1 como “sujetos que refirieron pérdida de peso”.
- ❖ **Prueba Timed “Up and Go”:** Se calculó el tiempo en segundos que tardó el sujeto en levantarse de una silla con reposabrazos, caminar 3 metros, girar y volver a sentarse (120).
- ❖ **Velocidad de la marcha:** Se calculo en metros por segundo. Se consideró deterioro en movilidad la puntuación por debajo de 0,8 m/segundos.

- ❖ **Fuerza de prensión en la mano derecha:** Se calculó mediante la determinación de la fuerza prensora de mano derecha en kilogramos con dinamómetro digital de KERN.
- ❖ **Fuerza de prensión en la mano izquierda:** Se calculó mediante la determinación de la fuerza prensora de mano derecha en kilogramos con dinamómetro digital de KERN.
- ❖ **Desplazamiento X máximo con ojos abiertos/con ojos cerrados:** Variables cuantitativas continuas expresadas en milímetros que hacen referencia a los desplazamientos lateral máximo registrados en la posturografia cuando el sujeto está con los ojos abiertos o bien con los ojos cerrados.
- ❖ **Desplazamiento Y máximo con ojos abiertos/con ojos cerrados:** Variables cuantitativas continuas expresadas en milímetros que hacen referencia a los desplazamientos antero-posteriores máximo registrados en la posturografia cuando el sujeto está con los ojos abiertos o bien con los ojos cerrados.
- ❖ **Desplazamiento X mínimo con ojos abiertos/con ojos cerrados:** Variables cuantitativas continuas expresadas en milímetros que hacen referencia a los desplazamientos medio-lateral mínimo registrados en la posturografia cuando el sujeto está con los ojos abiertos o bien con los ojos cerrados.
- ❖ **Desplazamiento Y mínimo con ojos abiertos/con ojos cerrados:** Variables cuantitativas continuas expresadas en milímetros que hacen referencia a los desplazamientos antero-posterior mínimo registrados en

la posturografia cuando el sujeto está con los ojos abiertos o bien con los ojos cerrados.

- ❖ **X- Media ojos abiertos/ojos cerrados:** Variables cuantitativas continuas expresadas en milímetros que hacen referencia al promedio de los desplazamientos medio-lateral registrados en la posturografia cuando el sujeto está con los ojos abiertos o bien con los ojos cerrados.
- ❖ **Y-Media ojos abiertos/ojos cerrados:** Variables cuantitativas continuas expresadas en milímetros que hacen referencia al promedio de los desplazamientos antero-posterior registrados en la posturografia cuando el sujeto está con los ojos abiertos o bien con los ojos cerrados.
- ❖ **Desviación estándar en el eje X ojos abiertos/ojos cerrados:** Variables cuantitativas continuas expresadas en milímetros que hacen referencia a una medida del grado de dispersión de los datos con respecto al valor promedio de los desplazamientos medio-lateral registrados en la posturografia cuando el sujeto está con los ojos abiertos o bien con los ojos cerrados.
- ❖ **Desviación estándar en el eje Y ojos abiertos/ojos cerrados:** Variables cuantitativas continuas expresadas en milímetros que hacen referencia a una medida del grado de dispersión de los datos con respecto al valor promedio de los desplazamientos antero-posterior registrados en la posturografia cuando el sujeto está con los ojos abiertos o bien con los ojos cerrados.

3.6. PROTOCOLO DE MEDIDA

Se establecieron dos periodos de valoración clínica de los sujetos participantes en el estudio, uno al inicio, durante el mes de Agosto, y otro al final del tratamiento, durante el mes de Febrero.

En primer lugar, se les pasó un cuestionario (anexo 3), para obtener información de la historia clínica. De este modo, la historia clínica recogió en el interrogatorio elementos como: antecedentes patológicos personales, enfermedades actuales y el estado funcional, episodios de caídas y fragilidad. La fragilidad se evaluó mediante los criterios propuestos por Fried (41). Se consideró frágil a ancianos que presentaba al menos 3 criterios:

- ❖ La pérdida de peso se definió como respuesta positiva a la siguiente pregunta: ¿Ha perdido peso inintencionadamente en el pasado año?
- ❖ La debilidad muscular se determinó mediante la medición de la fuerza prensora de la mano mediante uso de dinamómetro KERN, considerando frágiles a aquellos que se encontraban con fuerza muscular debajo de 14N.
- ❖ Agotamiento o baja energía se determinó mediante la respuesta: ¿Se siente de forma cotidiana sin energía? ¿Ha sentido que todo lo que hacía, durante los meses pasados, le costaba un esfuerzo mayor? ¿Ha sentido que no podía más en alguna ocasión? ¿Cual de las siguientes opiniones (Bajo-Moderado-Alto) describe mejor su “Nivel de energía habitual”? ¿Cuántas veces durante las pasadas semanas se ha sentido usted “lleno de energía”?
- ❖ Baja actividad física fue establecida mediante la respuesta a las siguientes preguntas: ¿Camina menos de 30 minutos al día de forma

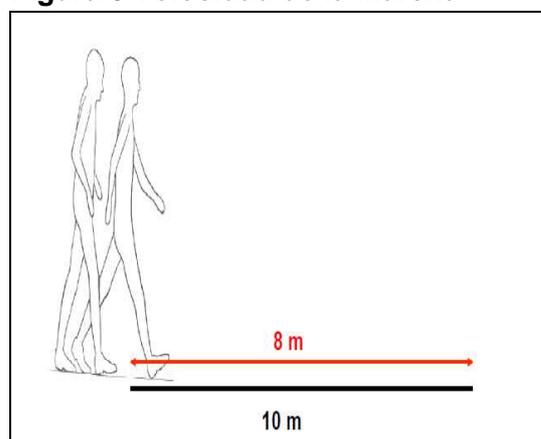
continuada? , ¿Permanece sentado la mayor parte del día? ¿Cuál de las siguientes opciones (Vigorosamente activa, moderadamente activa o poco activa) describe mejor su nivel de actividad física?

- ❖ **Análisis de la marcha:** En ella el sujeto debía caminar a velocidad confortable y libre por un pasillo. Marcha lenta fue definida como respuesta positiva a la observación: tarda más de 5 segundos en recorrer 3m. Además fue utilizado la prueba de velocidad de la marcha.

Por otra parte, también se utilizó como instrumentos de medida para obtener información, las prueba de rendimiento físico, y de este modo analizar las variables de interés para esta investigación. Son los siguientes:

1. Velocidad de la marcha: Consiste en medir el tiempo en caminar 10 metros. Se coloca una cinta métrica de 10 metros de longitud. El primer metro (aceleración de la marcha) y el último metro (desaceleración de la marcha). Se empieza a contabilizar la velocidad de la marcha con un cronómetro cuando el paciente sobrepasa el primer metro y se deja de contar cuando sobrepasa el noveno metro. Los adultos mayores que gozan de buena salud caminan a una velocidad de 1m. /seg., mientras que los frágiles tienen una velocidad de la marcha de menor o igual a 0,8 m. /seg.

Figura 8 Velocidad de la Marcha



2. Valoración de la fuerza: En el ámbito de la geriatría, la fuerza de prensión manual es una herramienta ampliamente utilizada, ya sea como criterio de fragilidad o recientemente para la definición de sarcopenia propuesta por la European Working Group on Sarcopenia in Older People (37,41).

Consiste en medir la fuerza o tensión ejercida contra una resistencia mayor sin desplazarla. Se utiliza un dinamómetro para medir la fuerza de los músculos de los dedos de la mano. La dinamometría de las manos (handgrip) se realiza ajustando la empuñadura de tal forma que la articulación interfalángica proximal de los dedos del sujeto, cuando empuñe el dinamómetro, forme un ángulo de 90 grados. Se coloca en marcador "0" y con el sujeto de pie, brazos extendidos a lo largo del cuerpo se da el dinamómetro indicándole que hiciera la mayor fuerza posible sin apoyar el brazo en el cuerpo. Se efectuaran tres intentos en cada mano, alternando una con la otra y anotando, a efecto estadístico el valor más elevado.

Figura 9. Dinamómetro

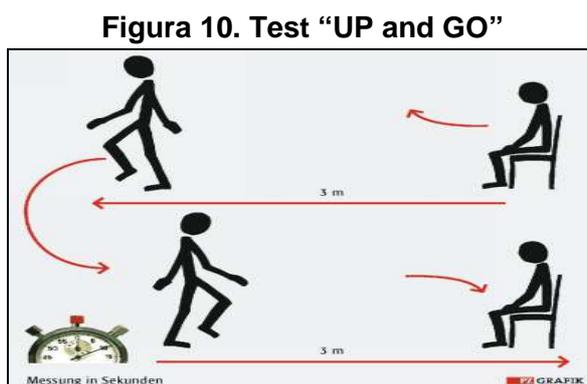


3. Evaluación del Equilibrio: Los problemas de equilibrio son bastante frecuentes en los mayores. La pérdida del equilibrio dificulta la recuperación de

las actividades de la vida diaria y de la movilidad e incrementan el riesgo de caídas. Existen distintas técnicas para evaluar el funcionamiento del sistema de control postural. Los instrumentos de valoración utilizados fueron los siguientes:

A: Prueba Timed “Up and Go” (TUG)

Es una prueba clínica que evalúa el grado de movilidad de la persona, cronometrando los segundos que tarda en levante de una silla, camine 3 metros, da la vuelta y se sienta de nuevo. En él se valora las distintas respuestas del equilibrio y la capacidad de marcha del paciente al realizar la acción solicitada. Así se obtiene una valoración global del riesgo de caída de una persona (120).



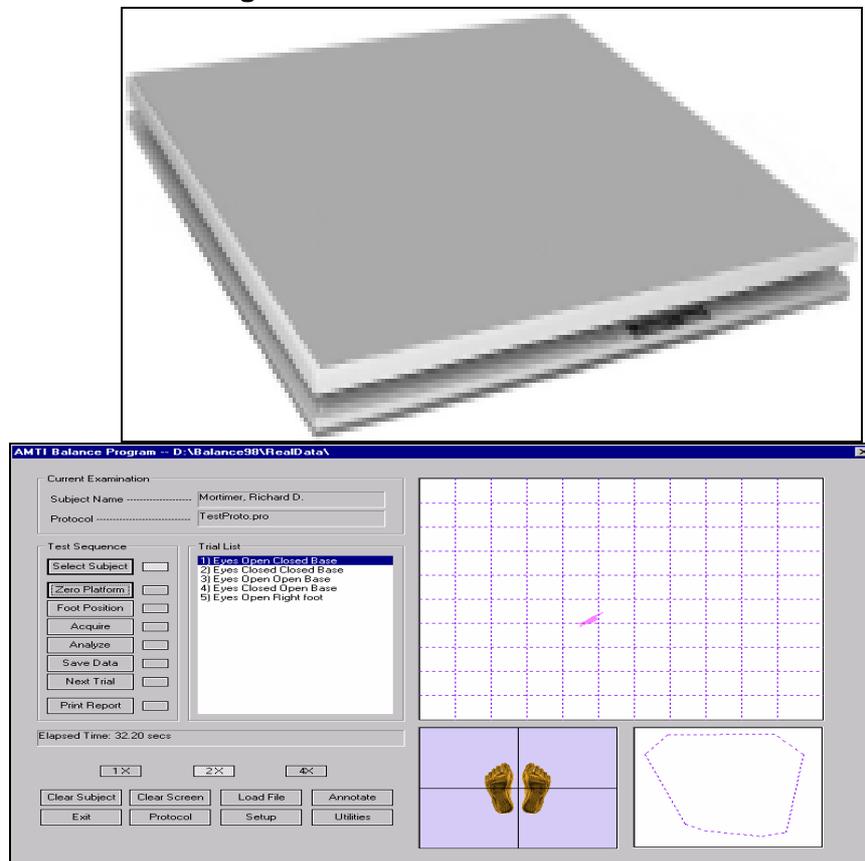
B. Plataforma Estabilométrica

Consiste en una herramienta de valoración, capaz de medir los límites de estabilidad y el control postural y de entrenamiento para mejorar el equilibrio tanto en personas con patología como en persona sana.

Para la realización del presente trabajo se ha utilizado el sistema de AMTI ACCUGAIT, con el paquete de software AMTI Bioanalysis, una completa solución portátil para cuantificar y analizar la estabilidad humana. El sistema se basa en una plataforma dinamométrica instrumentada mediante ocho captores.

A partir de dicha plataforma se pueden obtener los desplazamientos y la fuerza en direcciones antero-posterior y medio-lateral del movimiento del centro de presiones del cuerpo humano.

Figura 11. Plataforma ACCUGAIT



Antes de comenzar la prueba se explicó al paciente en qué consistía la exploración y las condiciones de la misma, con el fin de evitar el miedo y la ansiedad que la prueba le pueda crear. Todas las pruebas fueron realizadas por el mismo investigador.

El sujeto debía mantener el equilibrio encima de la plataforma dinamométrica, de pie, descalzo, con los brazos extendidos y pegados al tronco. El tiempo de exploración, fue de 45 segundos, con un intervalo de

tiempo que dependía de cada sujeto entre cada una de las dos condiciones que se detallan a continuación:

- ❖ Base abierta ojos abiertos (OA): Con los ojos fijos en una pared situado a 2.5 metros de distancia. Representa una situación habitual en la vida diaria. El sujeto dispone de sus tres aferencias sensoriales (somatosensorial, visual y vestibular) para mantener el equilibrio.
- ❖ Base abierta ojos cerrados (OC): al eliminar la visión el sujeto debe mantenerse en equilibrio por la información propioceptiva y vestibular.

El orden de realización de las pruebas fue de dificultad progresiva: OA; OC. En cada una de estas pruebas se registraron los siguientes parámetros:

- ❖ Desplazamiento máximo medio-lateral (X) y antero-posterior (Y) (mm): representa el punto más lejano en los ejes medio-lateral y antero-posterior al que se desplaza el centro de presiones durante el tiempo registro.
- ❖ Desplazamiento mínimo medio-lateral (X) y antero-posterior (Y) (mm): representa el punto más cercano en los ejes medio-lateral y antero-posterior al que se desplaza el centro de presiones durante el tiempo registro.
- ❖ X-Media: Es la media de los valores de las abscisas del centro de presión, es decir, la media en milímetros de las oscilaciones laterales sobre la referencia del posturografo. Muestra la asimetría del tono postural.
- ❖ Y-Media: Es la media de los valores de ordenadas del centro de presión, es decir, es la media de las oscilaciones antero-posteriores sobre la

referencia del posturografo medida en milímetros. Muestra el desequilibrio antero posterior del individuo.

- ❖ Desviación estándar en eje X y eje Y: representa la desviación estándar en los ejes medio-lateral (X) y antero-posterior (Y) al que se desplaza en centro de presiones durante el tiempo registro.

3.7. FUENTES DE INFORMACIÓN

La información fue recogida por el propio participante. Las entrevistas se realizaron en la consulta del médico de la Residencia Hermanita de los Pobres y las valoraciones del rendimiento físico se realizaron en el gimnasio de fisioterapia.

El proceso de la entrevista personal fue estandarizado para aumentar la fiabilidad de la misma. Las preguntas contenidas en el cuestionario fueron en su mayoría cerradas y precodificadas. Se vigiló la complejidad de las preguntas, la claridad y simplicidad de las palabras y frases utilizadas, así como la neutralidad en su redacción. Se evitó la ambigüedad, el uso de términos vagos o la formulación de varias preguntas en una. Se intentó que éstas fuesen breves y que no contuviesen demasiados conceptos. Se consideraron todas las opciones posibles en las preguntas cerradas, evitando un número de opciones excesivo y vigilando que las posibles respuestas fuesen mutuamente excluyentes.

3.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS

Para llevar a cabo el análisis estadístico de los datos se crean las variables de trabajo y se incorporan al paquete estadístico SPSS versión 20,0.

La evaluación de los resultados consta de un análisis descriptivo y después uno comparativo.

Se utilizó la prueba Chi cuadrado con test exacto de Fisher o razón de verosimilitudes, según correspondía, para estudiar la asociación entre variables cualitativas.

Se utilizó la prueba T de Student y de Wilcoxon-Mann-Whitney para la comparación de medias, según que los datos precedieron de una distribución normal o no, respectivamente.

En las pruebas no paramétricas se empleó la mediana y el rango y en las paramétricas, la media aritmética y la desviación estándar como medidas de centralización y dispersión, respectivamente.

Se consideraron diferencias muestrales estadísticamente significativas cuando se alcanzaban valores de p menores de 0.05.

Fuente: Statistical Methods, Experimental Design, and Scientific Inference: A Re-issue of Statistical Methods for Research Workers, The Design of Experiments, and Statistical Methods and Scientific Inference. R. A. Fisher (Author), J. H. Bennett (Editor), F. Yates (Foreword), Oxford University Press, 1990.

3.9. CONSIDERACIONES ÉTICAS

La investigación ha cumplido con la normativa de Helsinki referente al estudio con humanos.

En todo momento se ha garantizado la participación voluntaria e informada y se asegura la confidencialidad de los datos, a través de la entrega

y cumplimentación del documento de “Consentimiento Informado” (en anexo 1).
Dicho documento se entregó a los pacientes seleccionados para formar parte del grupo control y del grupo de intervención.

4. RESULTADOS

[

4. RESULTADOS

Los resultados que exponemos a continuación se agrupan en tres grandes bloques según se ha desarrollado el estudio. Así, en el primero enseñamos las características generales de la muestra y las características experimentales iniciales de los grupos en estudio; en el segundo, abordamos la homogeneidad de las muestras en el inicio del ensayo clínico y, en el tercero, hicimos la comparación entre los grupos y investigamos los efectos que un periodo de tratamiento de 4 meses tiene en las distintas características experimentales en estudio.

4.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO

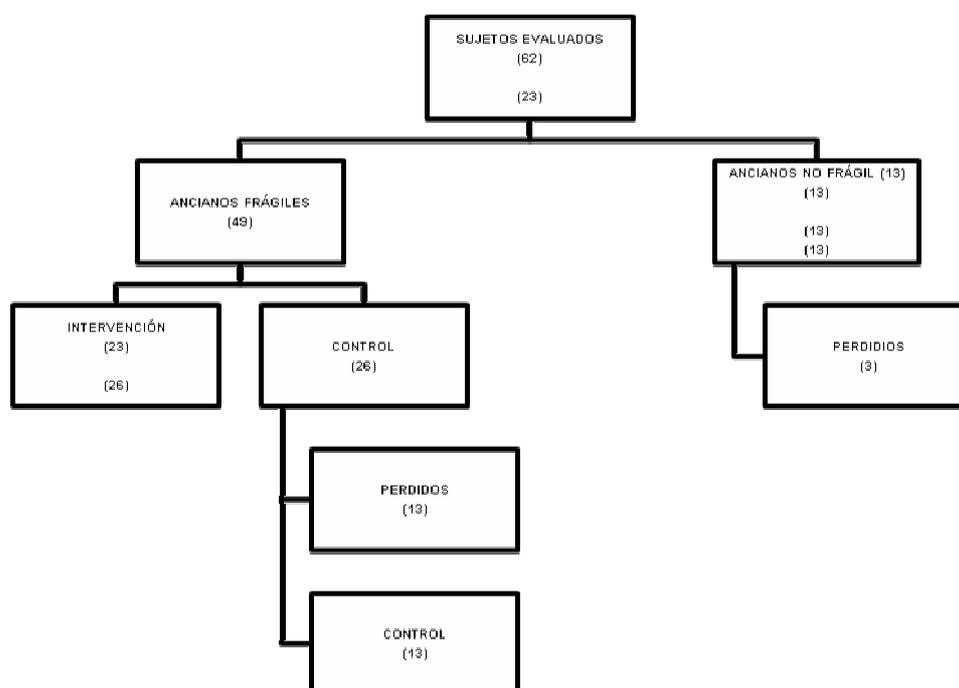
En este apartado se hace referencia a las características generales de la muestra,

4.1.1. Características generales de la muestra

Participaron en el estudio 62 sujetos, 49 ancianos frágiles y 13 ancianos no frágiles. Durante el periodo de estudio abandonaron el mismo 16 sujetos.

En la figura 12 se expone de manera detallada el diagrama de flujo de los participantes en el estudio con evaluación de la tasa de respuestas y el análisis de las pérdidas.

Figura 12. Organigrama flujo de la muestra



4.1.1.1 .Datos Sociodemográficos

❖ EDAD:

De los pacientes observados en esta muestra se observa que la edad promedio fue de 84,73 años, con una edad mínima de 66 y máxima de 102 años, con una desviación típica de 7,270. En lo que respecta a la distribución de la edad fue evaluado con la prueba Shapiro-Wilk $p=0,812$ y averiguamos que la distribución de la edad es significativamente normal. Esto es consistente ya que los residentes incluidos son mayores de 65 años, según los criterios planteados al iniciar la investigación. Las medidas de tendencia central y de dispersión de la muestra estudiada se presentan en la tabla 3.

Tabla 3. Estadística descriptiva de la edad

		Estadístico	Error típ.
EDAD	Media	84,73	,923
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior Límite superior	82,88 86,57
	Media recortada al 5%	84,88	
	Mediana	85,00	
	Varianza	52,858	
	Desv. típ.	7,270	
	Mínimo	66	
	Máximo	102	
	Rango	36	
	Amplitud intercuartil	9	
	Asimetría	-,274	,304
	Curtosis	,169	,599

Pruebas de normalidad

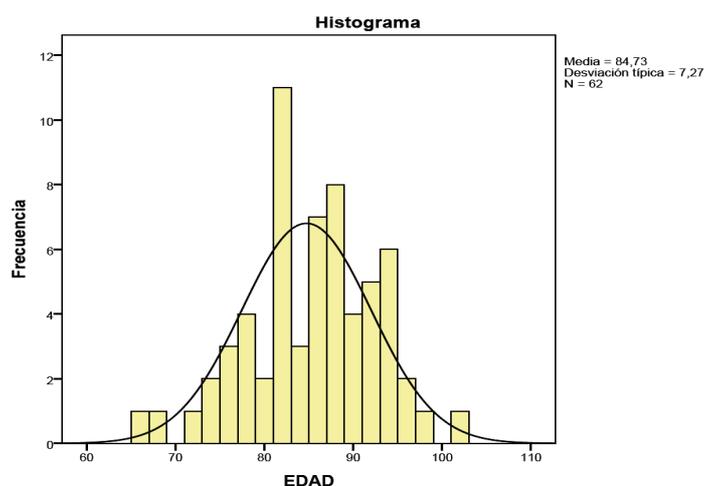
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
EDAD	,078	62	,200*	,988	62	,812

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

La distribución de edades se muestra en el siguiente grafico:

Figura 13. Histograma- Distribución por edad



Adicionalmente el histograma nos permite apreciar una distribución de la edad casi simétrica con respecto a la media, en la cual predominan las edades alrededor de los 80 y los 90 años.

❖ SEXO

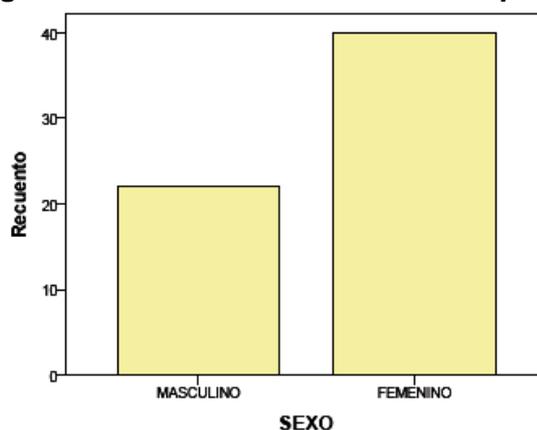
Del total de sujetos de la muestra, el 40, 64,5% eran mujeres y 22, 35,5% hombres. El sexo femenino prevalece sobre el masculino. Dichos resultados se muestran en la tabla 4 y figura 14.

Tabla 4. Distribución de la población según género

		SEXO_1			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	MASCULINO	22	35,5	35,5	35,5
	FEMENINO	40	64,5	64,5	100,0
	Total	62	100,0	100,0	

El gráfico de barras, elaborado con los datos de la tabla anterior permite conocer la distribución de los casos según género.

Figura 14. Distribución de la muestra por sexo



❖ GRUPO

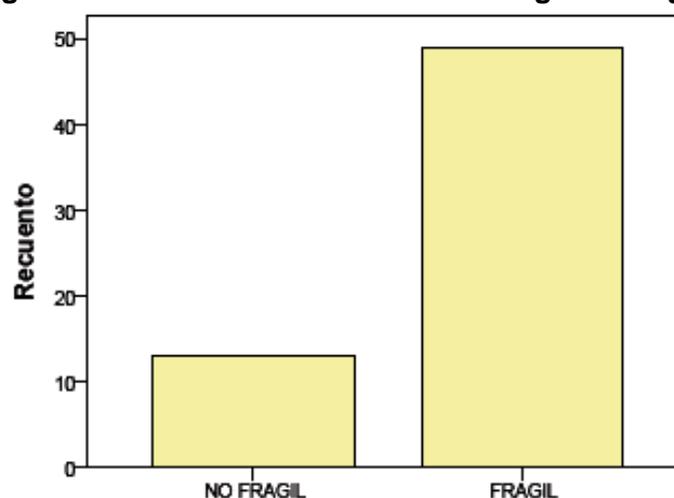
Del total de sujeto de la muestra, el 49, 79% eran considerados ancianos frágiles, según el criterio de Fried y 13,21% considerados no frágiles. Dichos resultados se muestran en la tabla 5 y figura 15.

Tabla 5. Distribución de la población según la fragilidad

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	NO FRAGIL	13	21,0	21,0	21,0
	FRAGIL	49	79,0	79,0	100,0
	Total	62	100,0	100,0	

El gráfico de barras elaborado con los datos de la tabla anterior permite conocer la distribución de los casos según la fragilidad.

Figura 15. Distribución de la muestra según la fragilidad



❖ CAIDAS

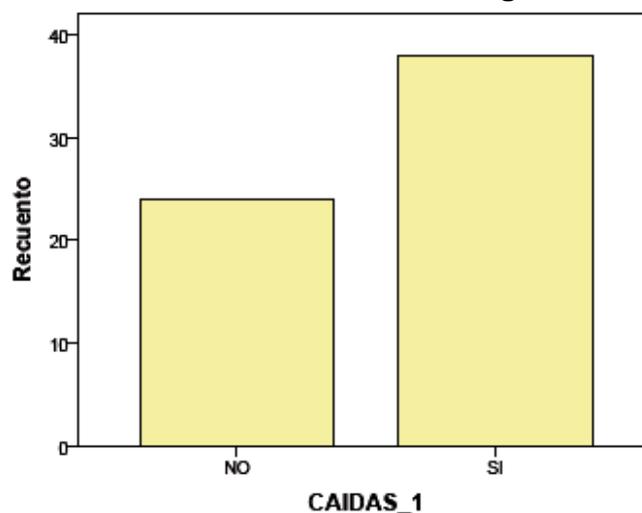
De los 62 sujetos que han respondidos a esta pregunta, 24, 38,7% declaran no haber sufrido ninguna caída en los últimos 6 meses (entendiendo por caída la pérdida de estabilidad con desplazamiento al suelo sin pérdida previa de conocimiento). No obstante 38 sujetos, 61,3% afirman que han sufrido una caída en los últimos 6 meses. Dichos resultados se muestran en la tabla 6 y figura 16.

Tabla 6. Distribución de la población según caídas

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	NO	24	38,7	38,7	38,7
	SI	38	61,3	61,3	100,0
	Total	62	100,0	100,0	

El gráfico de barras elaborado con los datos de la tabla anterior permite conocer la distribución de los casos según caídas.

Figura 16. Distribución de la muestra según Caídas



❖ AYUDA PARA CAMINAR

Uno de los factores importantes de la marcha de una persona mayor de 65 años, indiscutiblemente es el uso o no de ayudas para caminar como bastones, andadores entre otros, ya que son reflejo del estado propio de salud. Los datos obtenidos en esta variable registran si el mayor tenía o no ayuda para movilizarse.

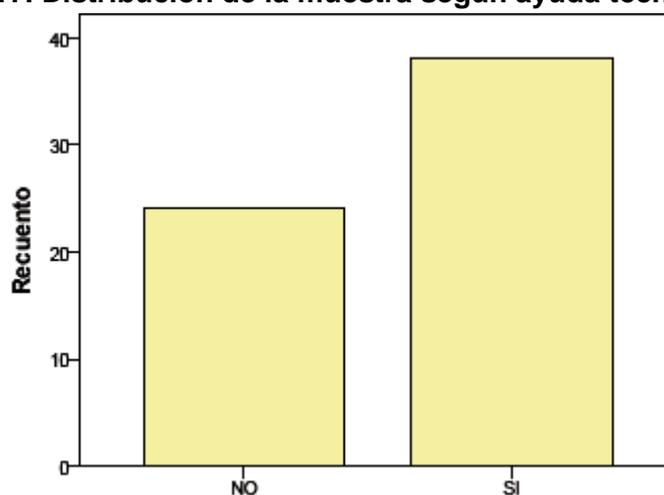
En cuanto a la ayuda para caminar se destaca que 38, 61,3% de los mayores necesitaban ayudas para caminar y el 24, 38,7% no la requería, siendo la ayuda utilizada en el 70% de los casos el bastón, en nuestra muestra ninguno requería el apoyo de un cuidador para realizar la marcha. Los resultados se pueden observar en la tabla 7 y en la figura 17.

Tabla 7. Distribución de la población según ayuda técnica

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	NO	24	38,7	38,7	38,7
	SI	38	61,3	61,3	100,0
	Total	62	100,0	100,0	

El gráfico de barras elaborado con los datos de la tabla anterior permite conocer la distribución de los casos según ayuda para caminar.

Figura 17. Distribución de la muestra según ayuda técnica



❖ LEVANTAR DE LA SILLA

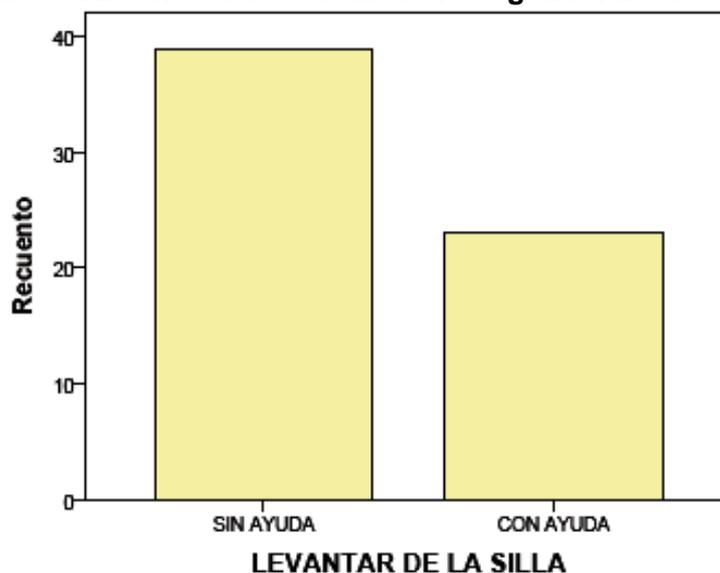
Con respecto a levantarse de la silla, se observa que de los 62 sujetos, 39, 62,9% no necesitaba ayuda y 23, 37,1% necesitaba ayuda de los brazos para levantarse de la silla. (Ver tabla 8 y figura 18)

Tabla 8. Distribución de la población según levantar de la silla

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	SIN AYUDA	39	62,9	62,9	62,9
	CON AYUDA	23	37,1	37,1	100,0
	Total	62	100,0	100,0	

El gráfico de barras elaborado con los datos de la tabla anterior permite conocer la distribución de los casos según levantar de la silla.

Figura 18. Distribución de la muestra según levantar de la silla



❖ NIVEL DE ACTIVIDAD FISICA

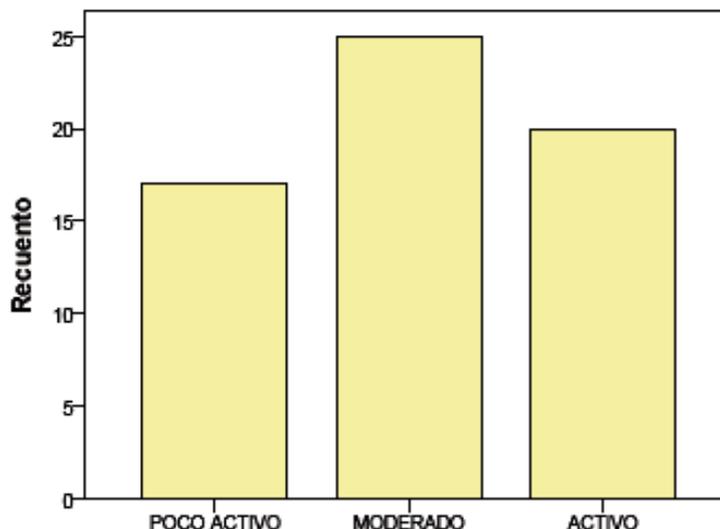
En cuanto a las actividades físicas se destaca que el 20, 32,3% son vigorosamente activo, al menos 30 minutos al día, tres veces por semana (Ejercicios programado caminar, natación, yoga...); 25 ancianos, 40,3% declaran ser moderadamente activa, realiza al menos 3 veces por semana (pasear, jardinería, tareas de la casa), y 17, 27,4% son poco activo, realiza actividades más sedentarias (leer, jugar a las cartas, ver TV...). (Ver tabla 9 y figura 19)

Tabla 9. Distribución de la población según actividad física

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos POCO ACTIVO	17	27,4	27,4	27,4
MODERADO	25	40,3	40,3	67,7
ACTIVO	20	32,3	32,3	100,0
Total	62	100,0	100,0	

El gráfico de barras elaborado con los datos de la tabla anterior permite conocer la distribución de los casos según actividad física.

Figura 19. Distribución de la muestra según actividad física



❖ NIVEL DE ENERGIA

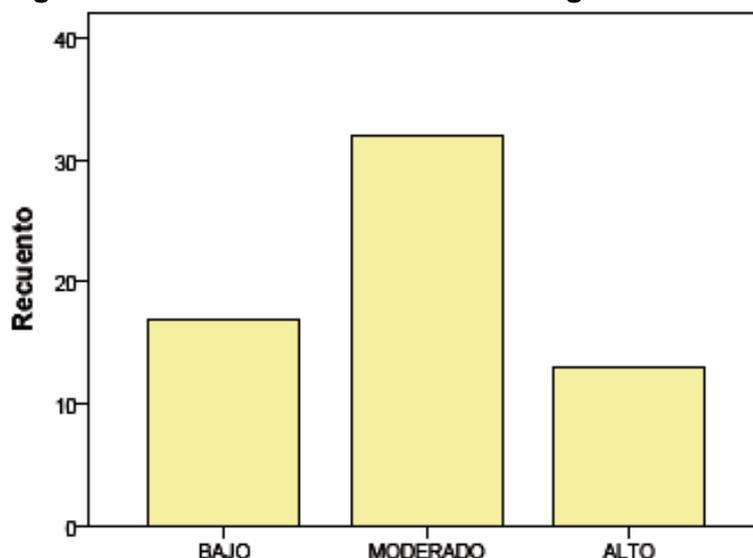
De los 62 sujetos que respondieron a esta pregunta, 17, 27,4% se encuentran con su nivel de energía habitual bajo, 32, 51,6% señalaban tener un moderado nivel de energía habitual. Y 13, 21% respondieron tener un nivel de energía habitual alto. (Ver tabla 10 y figura 20).

Tabla 10. Distribución de la población según nivel de energía

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos BAJO	17	27,4	27,4	27,4
MODERADO	32	51,6	51,6	79,0
ALTO	13	21,0	21,0	100,0
Total	62	100,0	100,0	

El gráfico de barras elaborado con los datos de la tabla anterior permite conocer la distribución de los casos según nivel de energía.

Figura 20. Distribución de la muestra según nivel de energía



❖ DETERIORO FUNCIONAL

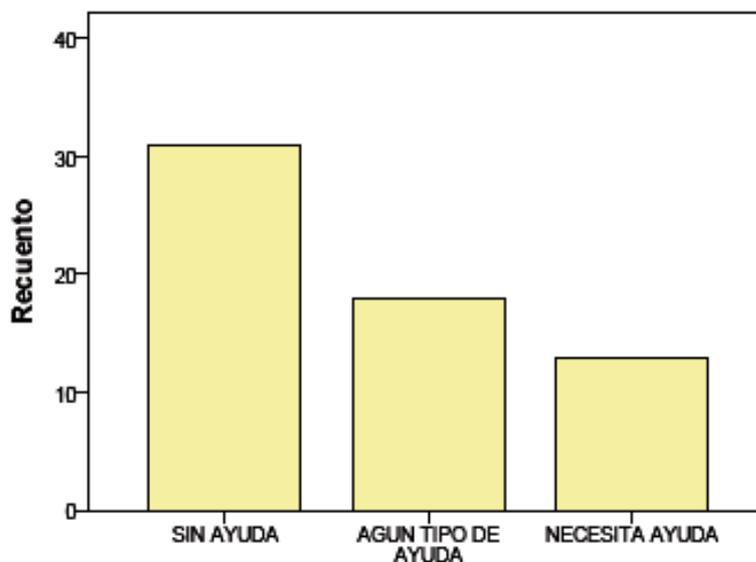
De los 62 sujetos, 31, 50% declaran no tener problemas con el cuidado personal. 18, 29% respondieron que tienen algunos problemas para lavarse y vestirse. Y 13, 21% respondieron que es incapaz de lavarse y vestirse. (Ver tabla 11 y figura 21).

Tabla 11. Distribución de la población según deterioro funcional

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos SIN AYUDA	31	50,0	50,0	50,0
AGUN TIPO DE AYUDA	18	29,0	29,0	79,0
NECESITA AYUDA	13	21,0	21,0	100,0
Total	62	100,0	100,0	

El gráfico de barras elaborado con los datos de la tabla anterior permite conocer la distribución de los casos según deterioro funcional.

Figura 21. Distribución de la muestra según deterioro funcional



❖ DETERIORO PSÍQUICO

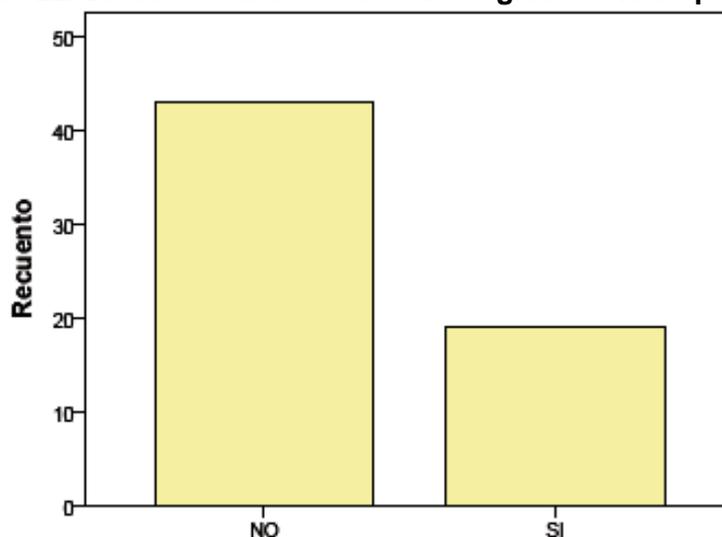
De los 62 sujetos que han respondido a esta pregunta, 43, 69,4% declararon que no tiene pérdida de memoria comparado con otra gente de su edad. Y 19, 30,6% afirmaron que están con pérdida de memoria. (Ver tabla 12 y figura 22).

Tabla 12. Distribución de la población según deterioro psíquico

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	NO	43	69,4	69,4	69,4
	SI	19	30,6	30,6	100,0
	Total	62	100,0	100,0	

El gráfico de barras elaborado con los datos de la tabla anterior permite conocer la distribución de los casos según deterioro psíquico.

Figura 22. Distribución de la muestra según deterioro psíquico



❖ PERDIDA DE PESO

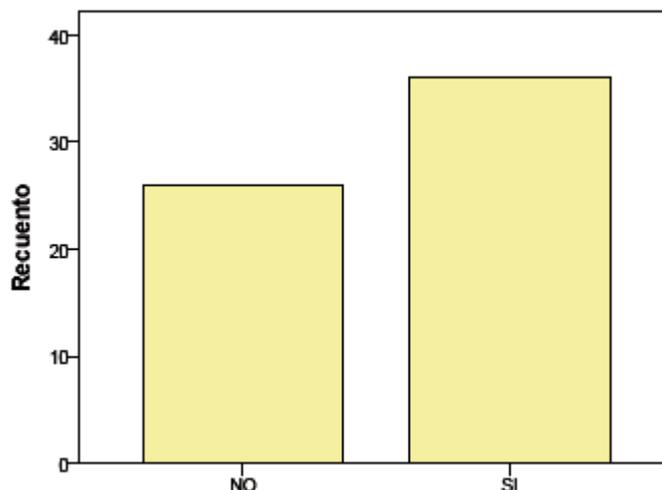
De los 62 sujetos que han respondido a esta pregunta, 26, 41,9% declaran que no han perdido peso inintencionadamente en el pasado año. Y 36, 58,1% afirmaron que han perdido peso. (Ver tabla 13 y figura 23).

Tabla 13. Distribución de la población según pérdida de peso

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	NO	26	41,9	41,9	41,9
	SI	36	58,1	58,1	100,0
	Total	62	100,0	100,0	

El gráfico de barras elaborado con los datos de la tabla anterior permite conocer la distribución de los casos según pérdida de peso.

Figura 23 Distribución de la muestra según pérdida de peso



A continuación se realiza el análisis descriptivo de los resultados de las pruebas de fuerza y movilidad obtenidas por los sujetos de la muestra.

4.1.1.2. Resultados de las Pruebas de Rendimiento físico

❖ FUERZA DE PRENSIÓN EN LA MANO DERECHA

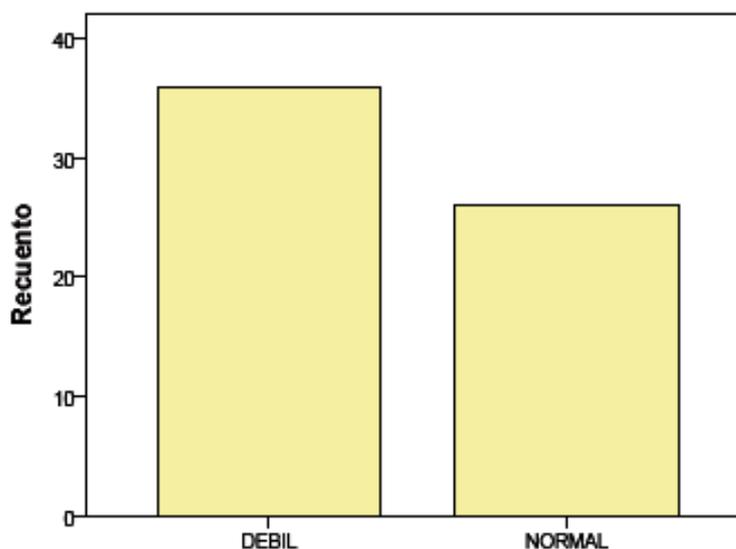
La fuerza prensora media fue de 13,65. De los 62 sujetos 36, 58,1% presentaba disminución de la fuerza de prensión palmar derecha (dinamometría) > 14N. Y 26, 41,9% presentaban sin debilidad en la fuerza. (Ver tabla 14 y figura 24).

Tabla 14. Distribución de la población según prensión en la mano derecha

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	DEBIL	36	58,1	58,1	58,1
	NORMAL	26	41,9	41,9	100,0
	Total	62	100,0	100,0	

El gráfico de barras elaborado con los datos de la tabla anterior permite conocer la distribución de los casos según la fuerza de presión en la mano derecha.

Figura 24. Distribución de la muestra según presión en la mano derecha



❖ FUERZA DE PRENSIÓN EN LA MANO IZQUIERDA

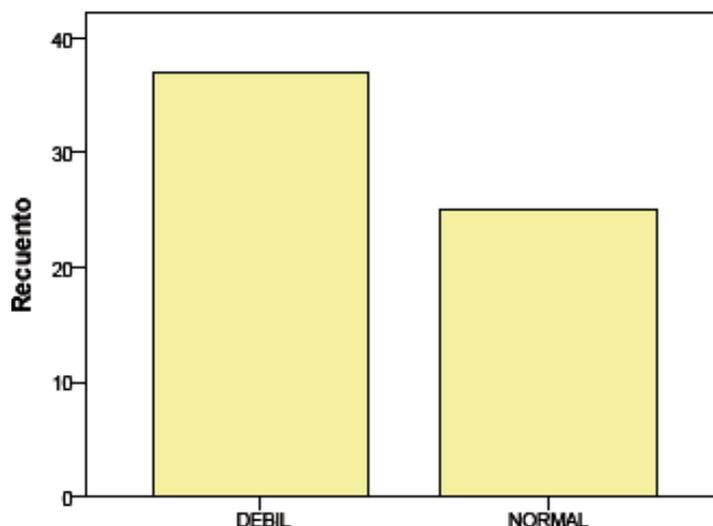
La fuerza prensora media fue de 13,12. De los 62 sujetos 37, 59,7% presentaba disminución de la fuerza de presión palmar izquierda (dinamometría) > 14N. Y 25, 40,3% presentaban sin debilidad en la fuerza. (Ver tabla 15 y figura 25).

Tabla 15. Distribución de la población según presión en la mano izquierda

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos DEBIL	37	59,7	59,7	59,7
NORMAL	25	40,3	40,3	100,0
Total	62	100,0	100,0	

El gráfico de barras elaborado con los datos de la tabla anterior permite conocer la distribución de los casos según la fuerza de presión en la mano izquierda.

Figura 25. Distribución de la muestra según presión en la mano izquierda



❖ **PRUEBA TIMED “Up and Go”**

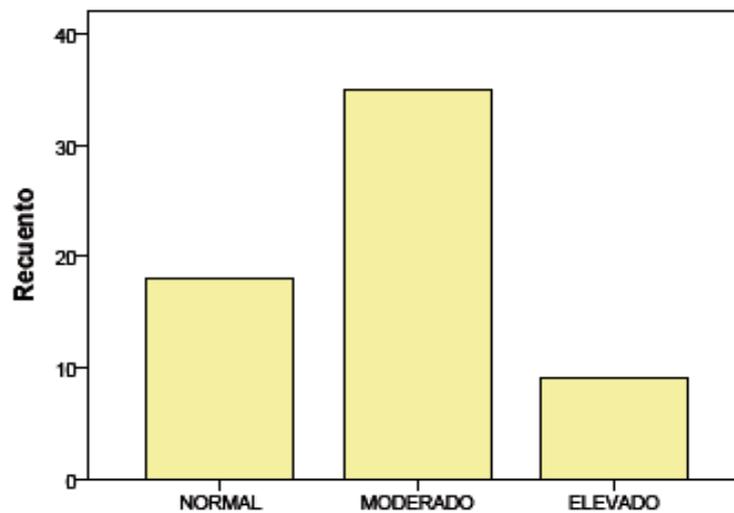
La puntuación media del test Timed Up and Go fue de 13,84. De los 62 sujetos: 18, 29,0% realizaron la prueba en menos de 10 segundos, 35, 56,5% realizaron la prueba entre 11 a 20 segundos, ya se consideran ancianos frágiles y 9, 14,5% realizaron la prueba en un tiempo mayor de 20 segundo, considerados con gran dependencia en muchas actividades de la vida diaria y en su movilidad con alto riesgo de sufrir caídas. (Ver tabla 16 y figura 26).

Tabla 16. Distribución de la población según prueba TUG

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos NORMAL	18	29,0	29,0	29,0
MODERADO	35	56,5	56,5	85,5
ELEVADO	9	14,5	14,5	100,0
Total	62	100,0	100,0	

El gráfico de barras elaborado con los datos de la tabla anterior permite conocer la distribución de los casos según la prueba TUG.

Figura 26. Distribución de la muestra según prueba TUG



❖ **VELOCIDAD DE LA MARCHA**

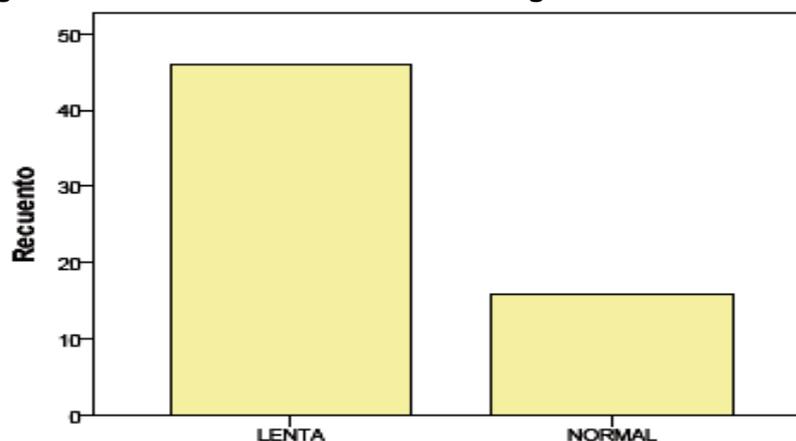
La puntuación media de velocidad de la marcha fue de 11,21. De los 62 sujetos: 46, 74,2% tenían una velocidad de la marcha menor o igual a 0,8m. /seg. Y 16, 25,8% tenían una velocidad de la marcha mayor o igual a 1m. /seg. (Ver tabla 17 y figura 27).

Tabla 17. Distribución de la población según velocidad de la marcha

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	LENTA	46	74,2	74,2	74,2
	NORMAL	16	25,8	25,8	100,0
	Total	62	100,0	100,0	

El gráfico de barras elaborado con los datos de la tabla anterior permite conocer la distribución de los casos según la velocidad de la marcha.

Figura 27. Distribución de la muestra según velocidad de la marcha



❖ **PRUEBAS DE VALORACIÓN FUNCIONAL DEL EQUILIBRIO-
POSTUROGRAFÍA**

A continuación se muestra en las siguientes tablas los datos estadísticos descriptivos (Media, desviación típica, varianza, y asimetría) de las variables obtenidas en la posturografía por los 62 sujetos que se han participado en el estudio:

Tabla 18. Datos estadísticos de las variables obtenidas en la posturografía
Estadísticos descriptivos

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Suma
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico
EDAD_1	62	36	66	102	5253
PRES_MD_1	62	23,05	4,30	27,35	846,72
PRES_MI_1	62	26,50	,00	26,50	813,77
MARCHA_1	62	32,02	3,47	35,49	695,02
UP_GO_1	62	32,44	5,06	37,50	858,37
OA_XAVG_1	62	12,2100	-5,1970	7,0130	-25,1830
OA_XMAX_1	62	2,8060	,4300	3,2360	66,9990
OA_XMIN_1	62	4,7494	-5,1000	-,3506	-77,3552
OA_XSD_1	62	,8590	,1560	1,0150	24,9850
OA_YAVG_1	62	12,4750	-8,4940	3,9810	-177,8520
OA_YMAX_1	62	9,0300	,5720	9,6020	104,0710
OA_YMIN_1	62	14,9980	-15,7670	-,7690	-108,8500
OA_YSD_1	62	3,4260	,2510	3,6770	36,7080
OC_XAVG_1	62	11,6920	-5,1730	6,5190	,6660
OC_XMAX_1	62	4,1690	,3780	4,5470	64,6340
OC_XMIN_1	62	8,2940	-7,2720	1,0220	-84,3160
OC_XSD_1	62	,8590	,1360	,9950	24,8360
OC_YAVG_1	62	12,1190	-8,5410	3,5780	-165,8100
OC_YMAX_1	62	2,7790	,5570	3,3360	102,3560
OC_YMIN_1	62	2,8550	-3,5420	-,6870	-102,3880
OC_YSD_1	62	,9200	,2310	1,1510	36,5040
N válido (según lista)	62				

Tabla 19. Estadística descriptiva obtenida en la posturografía

Estadísticos descriptivos

	Media		Desv. típ.	Varianza	Asimetría
	Estadístico	Error típico	Estadístico	Estadístico	Estadístico
EDAD_1	84,73	,923	7,270	52,858	-,274
PRES_MD_1	13,6568	,82227	6,47460	41,920	,598
PRES_MI_1	13,1253	,84862	6,68201	44,649	,482
MARCHA_1	11,2100	,74670	5,87953	34,569	1,798
UP_GO_1	13,8447	,83115	6,54451	42,831	1,267
OA_XAVG_1	-,406177	,3844276	3,0269858	9,163	,661
OA_XMAX_1	1,080629	,0727695	,5729877	,328	2,109
OA_XMIN_1	-1,247665	,1259603	,9918124	,984	-2,770
OA_XSD_1	,402984	,0242262	,1907576	,036	1,228
OA_YAVG_1	-2,868581	,3691843	2,9069604	8,450	,411
OA_YMAX_1	1,678565	,1955205	1,5395301	2,370	4,588
OA_YMIN_1	-1,755645	,3321239	2,6151459	6,839	-5,194
OA_YSD_1	,592065	,0757316	,5963110	,356	4,680
OC_XAVG_1	,010742	,3733820	2,9400125	8,644	,498
OC_XMAX_1	1,042484	,0822040	,6472753	,419	3,068
OC_XMIN_1	-1,359935	,1685563	1,3272138	1,761	-2,756
OC_XSD_1	,400581	,0233449	,1838180	,034	1,375
OC_YAVG_1	-2,674355	,3458227	2,7230104	7,415	,260
OC_YMAX_1	1,650903	,0793925	,6251372	,391	,597
OC_YMIN_1	-1,651419	,0702028	,5527771	,306	-,942
OC_YSD_1	,588774	,0271674	,2139160	,046	,765
N válido (según lista)					

4.1.2. Ancianos frágiles que forman parte de los grupos control y de intervención

De los 62 sujetos a los que se respondieron el cuestionario y realizaron las pruebas de valoración funcional, 49 ancianos fueron considerados frágiles, cuyos datos describimos a continuación.

4.1.2.1. Datos Sociodemográficos

- **EDAD**

La media y la desviación típica de las edades de los 49 ancianos considerados frágiles fueron respectivamente 86,31 y 6,55. La distribución de edades se muestra en el siguiente gráfico:

Tabla 20. Estadística descriptiva de la edad de los frágiles

Descriptivos^a

		Estadístico	Error típ.	
EDAD	Media	86,31	,936	
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	84,42	
		Límite superior	88,19	
	Media recortada al 5%	86,33		
	Mediana	87,00		
	Varianza	42,967		
	Desv. típ.	6,555		
	Mínimo	71		
	Máximo	102		
	Rango	31		
	Amplitud intercuartil	10		
	Asimetría	-,083	,340	
	Curtosis	-,154	,668	

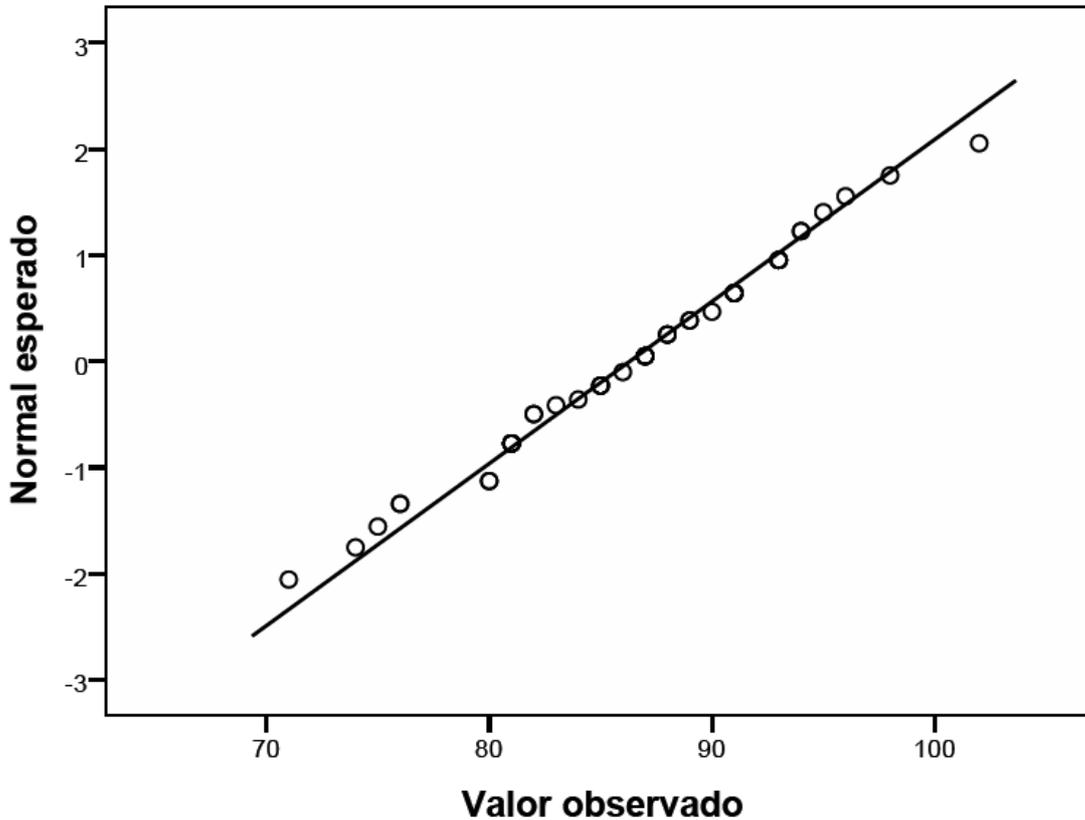
a. FRAGIL = FRAGIL

El gráfico elaborado con los datos de la tabla anterior permite conocer la distribución de edades:

Figura 28. Distribución de los frágiles por edad

Gráfico Q-Q normal de EDAD

FRAGIL= FRAGIL



❖ **GRUPO**

De los 49 ancianos frágiles, 26, 53,1% participaron del grupo de la intervención con la vitamina D y 23, 46,9 % estaban en el grupo control. (Ver tabla 21 y figura 29)

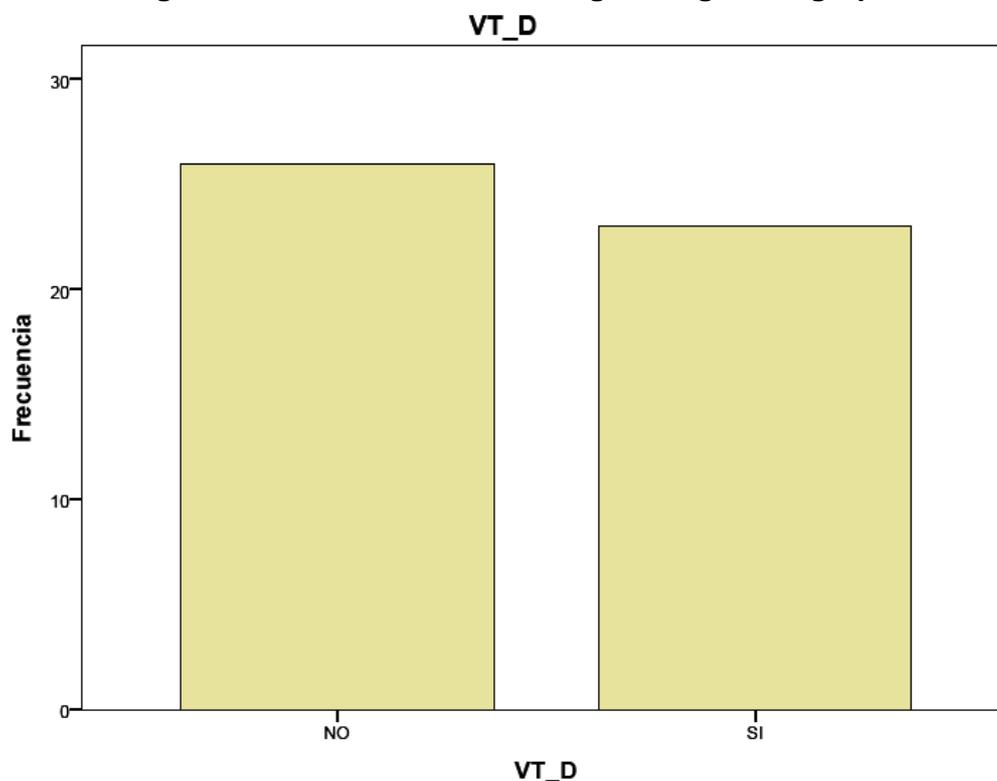
Tabla 21. Distribución de la población frágil según los grupos

VT_D

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	NO	26	53,1	53,1	53,1
	SI	23	46,9	46,9	100,0
	Total	49	100,0	100,0	

El gráfico de barras elaborado con los datos de la tabla anterior permite conocer la distribución de los casos según los grupos.

Figura 29. Distribución de los frágiles según los grupos



❖ **SEXO**

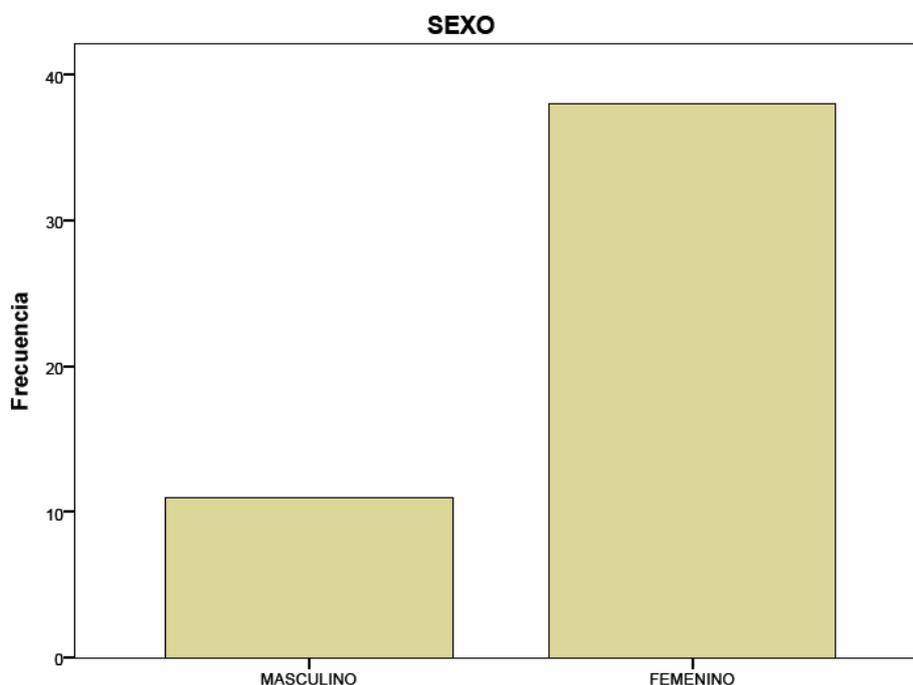
De los 49 ancianos frágiles, 38, 77,6% eran mujeres y 11, 22,4% eran hombres. El sexo femenino prevalece sobre el masculino. (Ver tabla 22 y figura 30)

Tabla 22. Distribución de la población frágil según sexo

		SEXO			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	MASCULINO	11	22,4	22,4	22,4
	FEMENINO	38	77,6	77,6	100,0
	Total	49	100,0	100,0	

El gráfico de barras elaborado con los datos de la tabla anterior permite conocer la distribución de los casos según género.

Figura 30. Distribución de los frágiles según sexo



❖ CAÍDAS

De los 49 ancianos frágiles 14, 28,6% no ha tenido ninguna caída en los últimos 6 meses y 35, 71,4% respondieron que si que han caídos en los últimos 6 meses. (Ver tabla 23 y figura 31).

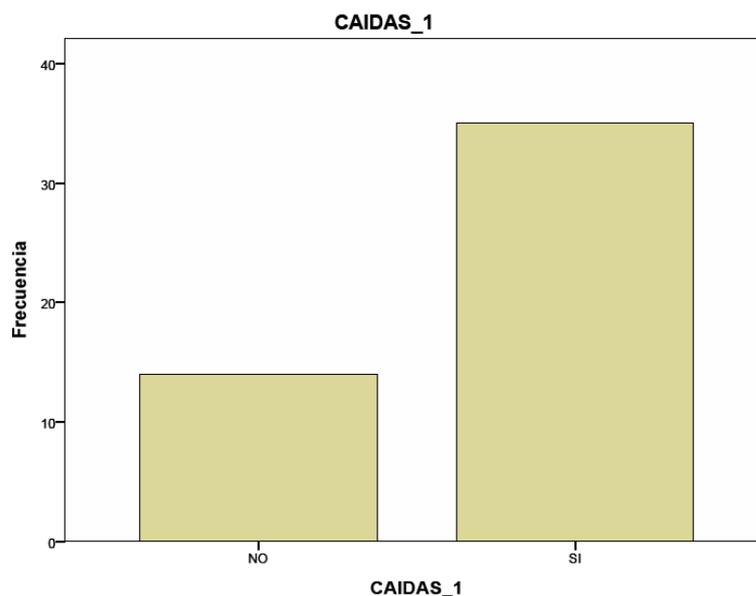
Tabla 23. Distribución de la población frágil según caídas

CAIDAS_1

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	NO	14	28,6	28,6	28,6
	SI	35	71,4	71,4	100,0
	Total	49	100,0	100,0	

El gráfico de barras elaborado con los datos de la tabla anterior permite conocer la distribución de los casos según caídas.

Figura 31. Distribución de los frágiles según caídas



❖ AYUDA TECNICA

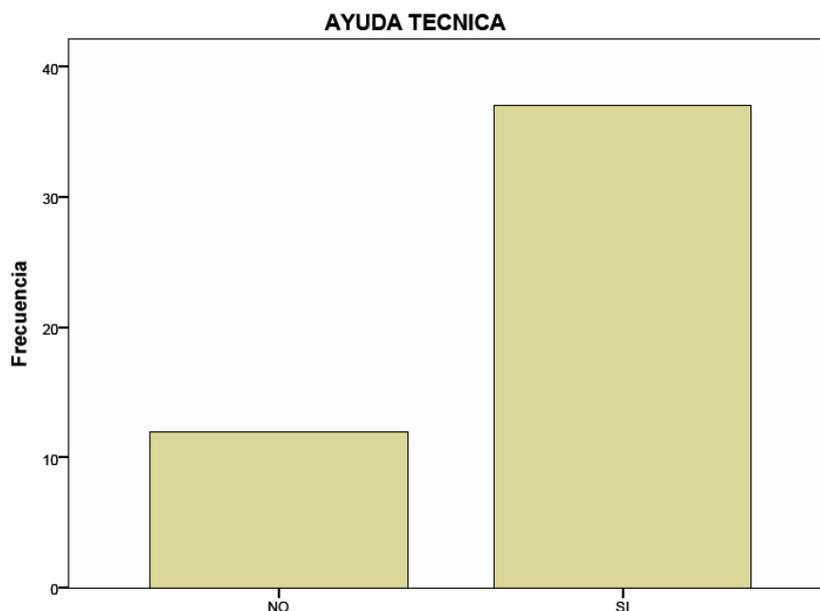
De los 49 ancianos frágiles, 12, 24,5% no necesita de ningún tipo de ayuda técnica para caminar, y 37, 75,5% necesita de un bastón para caminar. (Ver tabla 24 y figura 32).

Tabla 24. Distribución de la población frágil según ayuda técnica
AYUDA TECNICA

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	NO	12	24,5	24,5	24,5
	SI	37	75,5	75,5	100,0
	Total	49	100,0	100,0	

El gráfico de barras elaborado con los datos de la tabla anterior permite conocer la distribución de los casos según ayuda técnica.

Figura 32. Distribución de los frágiles según ayuda técnica



❖ LEVANTAR DE LA SILLA

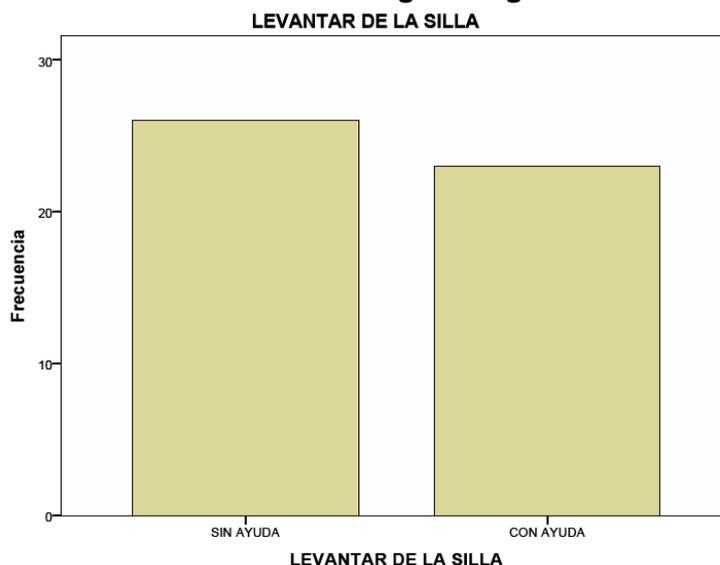
Los 49 ancianos frágiles, 26, 53,1% se levanta de la silla sin ayuda de los brazos para ponerse de pie. Y 23, 46,9% respondió que necesita de ayuda. (Ver tabla 25 y figura 33).

Tabla 25. Distribución de la población frágil según levantar de la silla
LEVANTAR DE LA SILLA

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	SIN AYUDA	26	53,1	53,1	53,1
	CON AYUDA	23	46,9	46,9	100,0
Total		49	100,0	100,0	

El gráfico de barras elaborado con los datos de la tabla anterior permite conocer la distribución de los casos según levantar de la silla.

Figura 33. Distribución de los frágiles según levantar de la silla



❖ NIVEL DE ACTIVIDAD FISICA

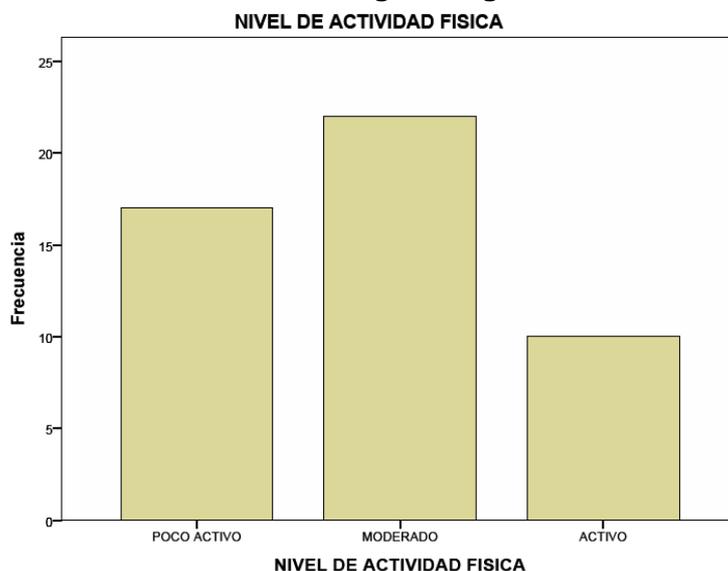
De los 49 ancianos frágiles que han respondido a esta pregunta. 10, 20,4% declaran ser vigorosamente activo; al menos 30 minutos al día, tres veces por semana (Ejercicios programado caminar, natación, yoga...). 22 ancianos, 44,9% declaran ser moderadamente activa, realiza al menos 3 veces por semana (pasear, jardinería, tareas de la casa). Y 17, 34,7% poco activa, realiza actividades más sedentarias (leer, jugar a las cartas, ver la TV...) (Ver tabla 26 y figura 34).

Tabla 26. Distribución de la población según nivel de actividad física
NIVEL DE ACTIVIDAD FISICA

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	POCO ACTIVO	17	34,7	34,7	34,7
	MODERADO	22	44,9	44,9	79,6
	ACTIVO	10	20,4	20,4	100,0
	Total	49	100,0	100,0	

El gráfico de barras elaborado con los datos de la tabla anterior permite conocer la distribución de los casos según nivel de actividad física.

Figura 34. Distribución de los frágiles según nivel de actividad física



❖ NIVEL DE ENERGIA

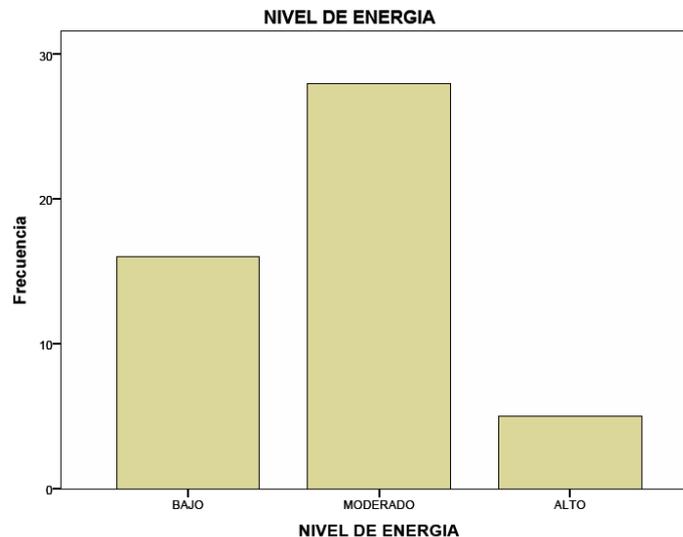
De los 49 ancianos frágiles que han respondidos a esta pregunta, 5, 10,2% declaran tener un alto nivel de energía habitual, lleno de energía. 28 ancianos, 57,1% afirman que tienen moderado nivel de energía habitual. Y 16, 32,7% respondió que tiene bajo nivel de energía. (Ver tabla 27 y figura 35).

Tabla 27. Distribución de la población frágil según nivel de energía

		NIVEL DE ENERGIA			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	BAJO	16	32,7	32,7	32,7
	MODERADO	28	57,1	57,1	89,8
	ALTO	5	10,2	10,2	100,0
	Total	49	100,0	100,0	

El gráfico de barras elaborado con los datos de la tabla anterior permite conocer la distribución de los casos según nivel de energía

Figura 35. Distribución de los frágiles según nivel de energía



❖ DETERIORO FUNCIONAL

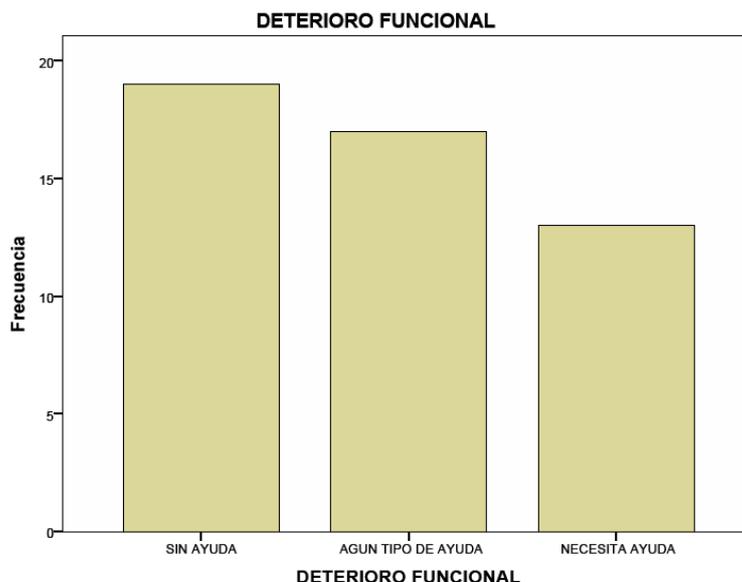
De los 49 ancianos frágiles, 19, 38,8% señalaban no necesitar ayuda en realizar las actividades o tarea diarias, 17, 34,7% respondió que tiene dificultad y necesita algún tipo de ayuda. Y 13, 26,5% necesita de muchas ayuda porque tiene dificultad (Baño, Vestirse, Aseo...) (Ver tabla 28 y figura 36).

Tabla 28. Distribución de la población frágil según deterioro funcional

		DETERIORO FUNCIONAL			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	SIN AYUDA	19	38,8	38,8	38,8
	AGUN TIPO DE AYUDA	17	34,7	34,7	73,5
	NECESITA AYUDA	13	26,5	26,5	100,0
	Total	49	100,0	100,0	

El gráfico de barras elaborado con los datos de la tabla anterior permite conocer la distribución de los casos según deterioro funcional.

Figura 36. Distribución de los frágiles según deterioro funcional



❖ DETERIORO PSIQUICO

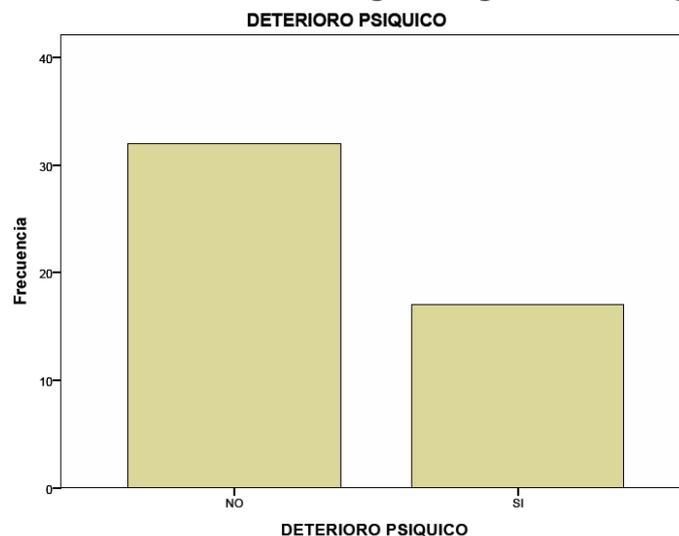
De los 49 frágiles que han respondido a esta pregunta, 32, 65,3% declaran no tiene pérdida de memoria comparado con otra gente de su edad. 17, 34,7% afirman que están con pérdida de memoria. (Ver tabla 29 y figura 37)

Tabla 29. Distribución de la población frágil según deterioro psíquico
DETERIORO PSIQUICO

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	NO	32	65,3	65,3	65,3
	SI	17	34,7	34,7	100,0
	Total	49	100,0	100,0	

El gráfico de barras elaborado con los datos de la tabla anterior permite conocer la distribución de los casos según deterioro psíquico.

Figura 37. Distribución de los frágiles según deterioro psíquico



❖ PERDIDA DE PESO

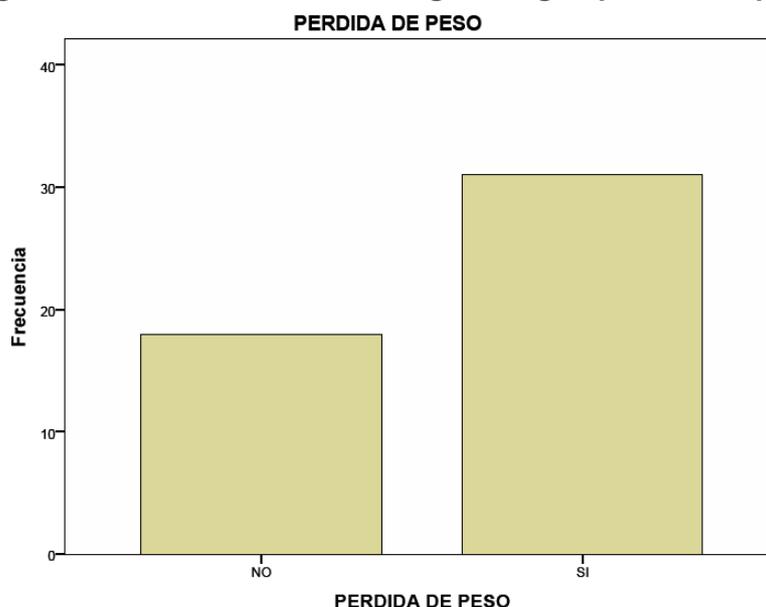
De los 49 no frágiles que han respondido a esta pregunta, 18, 36,7% declaran que no han perdido peso inintencionadamente en el pasado año. 31, 63,3% afirman que han perdido peso. (Ver tabla 30 y figura 38)

Tabla 30. Distribución de la población frágil según pérdida de peso
PERDIDA DE PESO

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	NO	18	36,7	36,7	36,7
	SI	31	63,3	63,3	100,0
	Total	49	100,0	100,0	

El gráfico de barras elaborado con los datos de la tabla anterior permite conocer la distribución de los casos según pérdida de peso.

Figura 38. Distribución de los frágiles según pérdida de peso



4.1.2.2. Resultados de las pruebas de rendimiento físico

A continuación se muestra en la siguiente tabla los estadísticos descriptivos (media, mediana, desviación típica, mínimo y máximo) de las puntuaciones obtenidas en los diferentes test de movilidad por los 49 ancianos frágiles.

❖ FUERZA DE PRENSIÓN EN LA MANO DERECHA

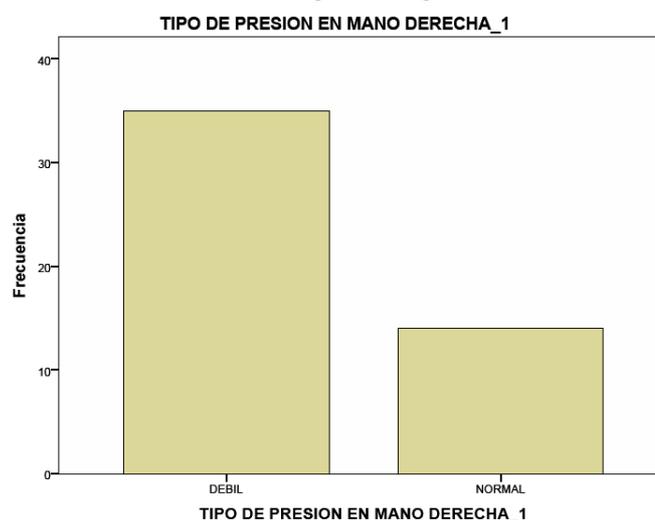
La fuerza prensora media fue de 11,51. De los 49 frágiles 35, 71,4% presentaba disminución de la fuerza de presión palmar derecha (dinamometría) > 14N y 14, 28,6% presentaban sin debilidad en la fuerza. (Ver tabla 31 y Figura 39).

Tabla 31. Distribución de la población frágil según presión en la mano derecha

		TIPO DE PRESION EN MANO DERECHA_1			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	DEBIL	35	71,4	71,4	71,4
	NORMAL	14	28,6	28,6	100,0
	Total	49	100,0	100,0	

El gráfico de barras elaborado con los datos de la tabla anterior permite conocer la distribución de los casos según fuerza de presión en la mano derecha.

Figura 39. Distribución de los frágiles según presión en mano derecha



❖ FUERZA DE PRENSIÓN EN LA MANO IZQUIERDA

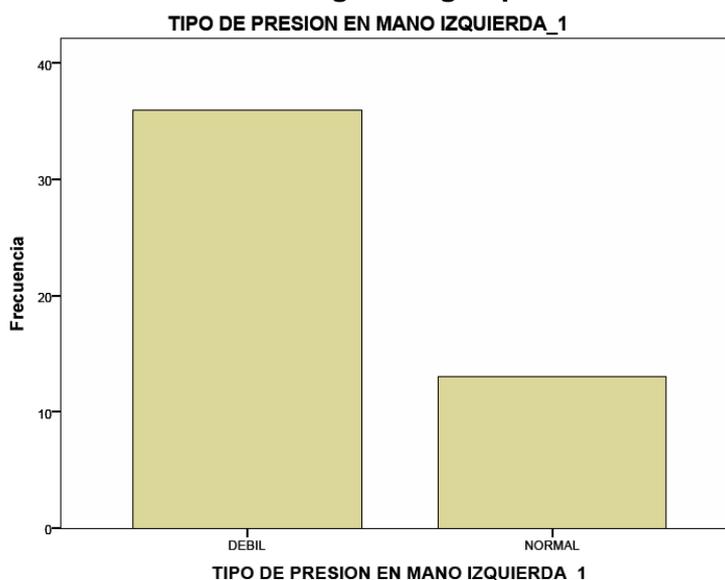
La fuerza prensora media fue de 10,91. De los 49 frágiles 36, 73,5% presentaba disminución de la fuerza de presión palmar izquierda (dinamometría) > 14N y 13, 26,5% presentaban sin debilidad en la fuerza. (Ver tabla 32 y Figura 40).

Tabla 32. Distribución de la población frágil según presión en mano izquierda

		TIPO DE PRESION EN MANO IZQUIERDA_1			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	DEBIL	36	73,5	73,5	73,5
	NORMAL	13	26,5	26,5	100,0
Total		49	100,0	100,0	

El gráfico de barras elaborado con los datos de la tabla anterior permite conocer la distribución de los casos según fuerza de presión en la mano izquierda.

Figura 40. Distribución de los frágiles según presión en mano izquierda



❖ **PRUEBA TIMED “Up And Go”**

La puntuación media del test Timed “Up and Go” fue de 15,37. De los 49 frágiles: 8, 16,3% realizaron la prueba en menos de 10 segundos, 32, 65,3% realizaron la prueba entre 11 a 20 segundos, y 9, 18,4% realizaron la prueba en un tiempo mayor de 20 segundo. (Ver tabla 33 y Figura 41).

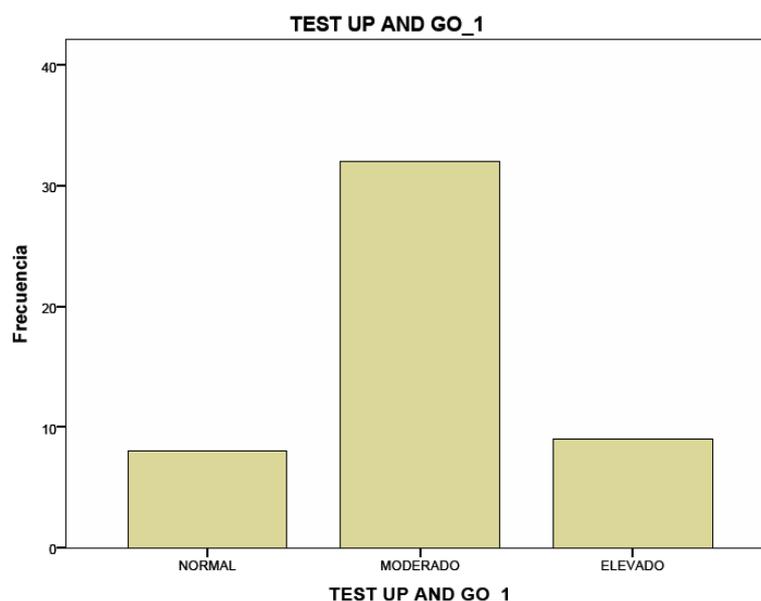
Tabla 33. Distribución de la población frágil según prueba Timed “Up and Go”

TEST UP AND GO_1

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	NORMAL	8	16,3	16,3	16,3
	MODERADO	32	65,3	65,3	81,6
	ELEVADO	9	18,4	18,4	100,0
	Total	49	100,0	100,0	

El gráfico de barras elaborado con los datos de la tabla anterior permite conocer la distribución de los casos según la prueba timed “Up and Go”.

Figura 41. Distribución de los frágiles según Timed “Up and Go”



❖ VELOCIDAD DE LA MARCHA

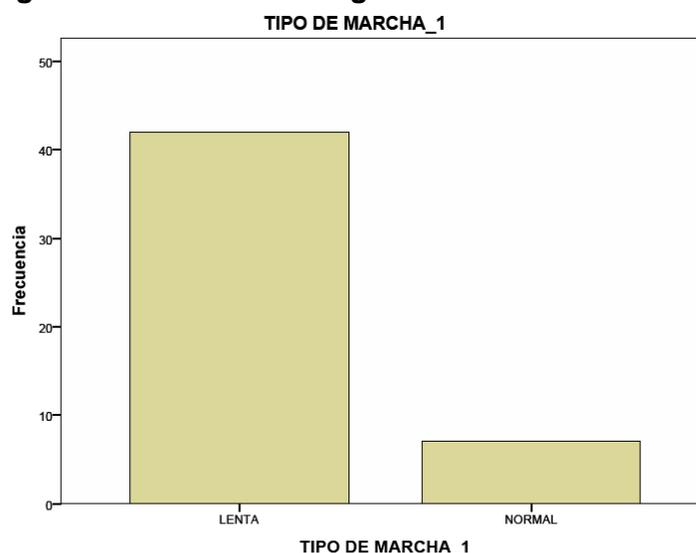
La puntuación media de velocidad de la marcha fue de 12,40. De los 49 frágiles: 42, 85,7% tenían una velocidad de la marcha menor o igual a 0,8m. /seg. Y 7, 14,3% tenían una velocidad de la marcha mayor o igual a 1m. /seg. (Ver tabla 34 y Figura 42).

Tabla 34. Distribución de la población frágil según velocidad de la marcha
TIPO DE MARCHA_1

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	LENTA	42	85,7	85,7	85,7
	NORMAL	7	14,3	14,3	100,0
	Total	49	100,0	100,0	

El gráfico de barras elaborado con los datos de la tabla anterior permite conocer la distribución de los casos según la velocidad de la marcha.

Figura 42. Distribución según velocidad de la marcha



❖ PRUEBAS DE VALORACIÓN FUNCIONAL DEL EQUILIBRIO-POSTUROGRAFÍA

A continuación se muestra en la siguiente tabla los datos estadísticos descriptivos (Media, desviación típica, varianza y asimetría) de las variables obtenidas en la posturografía por los 49 frágiles que se han participado en el estudio:

Tabla 35. Datos estadísticos de las variables obtenidas en la posturografía - Ancianos Frágiles

Estadísticos descriptivos

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media		Desv. tip.	Varianza	Asimetría		Curtosis	
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Error típico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Error típico	Estadístico	Error típico
EDAD	49	31	71	102	86,31	,936	6,555	42,967	-,083	,340	-,154	,668
PRES_MD_1	49	21,80	4,30	26,10	11,5122	,71507	5,00551	25,055	,941	,340	,638	,668
PRES_MI_1	49	24,85	,00	24,85	10,9198	,74451	5,21159	27,161	,705	,340	,667	,668
OA_XAVG_1	49	12,2100	-5,1970	7,0130	-,538347	,4510593	3,1574149	9,969	,938	,340	,566	,668
OA_XMAX_1	49	2,8060	,4300	3,2360	1,065571	,0876533	,6135732	,376	2,162	,340	5,234	,668
OA_XMIN_1	49	4,7494	-5,1000	-,3506	-1,253931	,1507304	1,0551127	1,113	-2,853	,340	8,332	,668
OA_XSD_1	49	,8590	,1560	1,0150	,400918	,0281052	,1967362	,039	1,367	,340	2,185	,668
OA_YAVG_1	49	11,2200	-7,2390	3,9810	-2,938122	,4031701	2,8221905	7,965	,568	,340	-,662	,668
OA_YMAX_1	49	9,0050	,5970	9,6020	1,623184	,1820328	1,2742296	1,624	5,320	,340	33,168	,668
OA_YMIN_1	49	14,9980	-15,7670	-,7690	-1,574571	,3018131	2,1126917	4,463	-6,570	,340	44,888	,668
OA_YSD_1	49	3,4260	,2510	3,6770	,562367	,0706830	,4947811	,245	5,445	,340	33,973	,668
OC_XAVG_1	49	11,6920	-5,1730	6,5190	-,155122	,4323061	3,0261428	9,158	,740	,340	,091	,668
OC_XMAX_1	49	4,1650	,3820	4,5470	1,022000	,0961973	,6733808	,453	3,444	,340	15,729	,668
OC_XMIN_1	49	6,8320	-7,2720	-,4400	-1,406143	,2004173	1,4029213	1,968	-2,907	,340	8,384	,668
OC_XSD_1	49	,8590	,1360	,9950	,395388	,0266678	,1866749	,035	1,492	,340	2,438	,668
OC_YAVG_1	49	10,7790	-7,2010	3,5780	-2,736082	,3837144	2,6860005	7,215	,430	,340	-,653	,668
OC_YMAX_1	49	2,7790	,5570	3,3360	1,646633	,0957678	,6703745	,449	,613	,340	-,211	,668
OC_YMIN_1	49	1,9730	-2,6600	-,6870	-1,586449	,0632556	,4427891	,196	-,408	,340	-,441	,668
OC_YSD_1	49	,9200	,2310	1,1510	,586347	,0320195	,2241368	,050	,791	,340	,328	,668
MARCHA_1	49	30,08	5,41	35,49	12,4027	,84769	5,93385	35,211	1,826	,340	4,459	,668
UP_GO_1	49	32,16	5,34	37,50	15,3767	,91678	6,41743	41,183	1,268	,340	2,095	,668
N válido (según lista)	49											

4.2. JUSTIFICACIÓN DE LA HOMOGENEIDAD DEL GRUPO CONTROL Y INTERVENCIÓN

El objetivo de este análisis estadístico es garantizar la homogeneidad de las muestras con las que se han formado los grupos intervención y control con respecto a cada una de las variables estudiadas, para comprobar que ambas muestras pertenecen a la misma población. Con el fin de asegurar que los cambios en las variables de estudio se deban a la intervención y no a un error de muestreo.

Teniendo en cuenta que el número de individuos de los grupos intervención y control es de 49 sujetos, 23 sujetos en grupo intervención y 26

sujetos en grupo control, usamos el contraste no paramétrico para dos muestras independientes: la prueba WILCOXON-MANN-WHITNEY.

En todos los casos los contrastes serán bilaterales y con un nivel de significación del 5%.

Las hipótesis nula y alternativa serán, siempre, las mismas:

H0: La tendencia central de las dos poblaciones es igual

H1: La tendencia central de las dos poblaciones es distinta.

❖ FUERZA DE PRENSIÓN EN LA MANO DERECHA

Tomamos $p=0,447$. Se asume la hipótesis nula. El grupo control y el grupo de intervención son homogéneos respecto a la variable fuerza de prensión en la mano derecha.

❖ FUERZA DE PRENSIÓN EN LA MANO IZQUIERDA

Tomamos $p=0,949$. Se asume la hipótesis nula. El grupo control y el grupo de intervención son homogéneos respecto a la variable fuerza de prensión en la mano izquierda.

❖ PRUEBA TIMED “Up and Go”

Tomamos $p=0,595$. Se asume la hipótesis nula. El grupo control y el grupo de intervención son homogéneos respecto a la variable de la prueba del Timed Up and Go.

❖ VELOCIDAD DE LA MARCHA

Tomamos $p=0,275$. Se asume la hipótesis nula. El grupo control y el grupo de intervención son homogéneos respecto a la variable velocidad de la marcha.

❖ PRUEBAS DE VALORACIÓN FUNCIONAL DEL EQUILIBRIO- POSTUROGRAFÍA

Resultados posturográficos en la prueba de Romberg con Ojos Abiertos
(OA)

❖ OA_XAVG

Tomamos $p=0,99$. Se asume la hipótesis nula. El grupo control y el grupo de intervención son homogéneos respecto a la variable OA_XAVG.

❖ OA_XMAX

Tomamos $p=0,777$. Se asume la hipótesis nula. El grupo control y el grupo de intervención son homogéneos respecto a la variable OA_XMAX.

❖ OA_XMIN

Tomamos $p=0,138$. Se asume la hipótesis nula. El grupo control y el grupo de intervención son homogéneos respecto a la variable OA_XMIN.

❖ OA_XSD

Tomamos $p=0,574$. Se asume la hipótesis nula. El grupo control y el grupo de intervención son homogéneos respecto a la variable OA_XSD.

❖ OA_YAVG

Tomamos $p=0,496$. Se asume la hipótesis nula. El grupo control y el grupo de intervención son homogéneos respecto a la variable OA_YAVG.

❖ OA_YMAX

Tomamos $p=0,312$. Se asume la hipótesis nula. El grupo control y el grupo de intervención son homogéneos respecto a la variable OA_YMAX.

❖ **OA_YMIN**

Tomamos $p=0,548$. Se asume la hipótesis nula. El grupo control y el grupo de intervención son homogéneos respecto a la variable OA_YMIN.

❖ **OA_YSD**

Tomamos $p=0,815$. Se asume la hipótesis nula. El grupo control y el grupo de intervención son homogéneos respecto a la variable OA_YSD.

Resultados posturograficos en la prueba de Romberg con Ojos Cerrados (OC):

❖ **OC_XAVG**

Tomamos $p=0,088$. Se asume la hipótesis nula. El grupo control y el grupo de intervención son homogéneos respecto a la variable OC_XAVG.

❖ **OC_XMAX**

Tomamos $p=0,702$. Se asume la hipótesis nula. El grupo control y el grupo de intervención son homogéneos respecto a la variable OC_XMAX.

❖ **OC_XMIN**

Tomamos $p=0,099$. Se asume la hipótesis nula. El grupo control y el grupo de intervención son homogéneos respecto a la variable OC_XMIN.

❖ **OC_XSD**

Tomamos $p=0,262$. Se asume la hipótesis nula. El grupo control y el grupo de intervención son homogéneos respecto a la variable OC_XSD.

❖ **OC_YAVG**

Tomamos $p=0,702$. Se asume la hipótesis nula. El grupo control y el grupo de intervención son homogéneos respecto a la variable OC_YAVG.

❖ **OC_YMAX**

Tomamos $p=0,658$. Se asume la hipótesis nula. El grupo control y el grupo de intervención son homogéneos respecto a la variable OC_YMAX.

❖ **OC_YMIN**

Tomamos $p=0,378$. Se asume la hipótesis nula. El grupo control y el grupo de intervención son homogéneos respecto a la variable OC_YMIN.

❖ **OC_YSD**

Tomamos $p=0,988$. Se asume la hipótesis nula. El grupo control y el grupo de intervención son homogéneos respecto a la variable OC_YSD

La conclusión es que ambas muestras son homogéneas respecto a las variables estudiadas, es decir ambas muestras pertenecen a la misma población. Aumenta la potencia estadística para que los cambios en dichas variables tras la intervención se deban a la misma y ello permita medir el impacto de dicha intervención (Tabla 36).

Tabla 36. Justificación de la homogeneidad de los grupos

Estadísticos de contraste^a

	U de Mann-Whitney	W de Wilcoxon	Z	Sig. asintót. (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)	Probabilidad en el punto
EDAD	227,500	503,500	-1,437	,151	,153	,077	,001
PRES_MD_1	260,500	611,500	-,771	,440	,447	,223	,003
PRES_MI_1	295,500	571,500	-,070	,944	,949	,474	,004
MARCHA_1	244,000	520,000	-1,102	,271	,275	,138	,002
UP_GO_1	272,000	548,000	-,541	,589	,595	,298	,003
OA_XAVG_1	216,500	567,500	-1,654	,098	,099	,050	,001
OA_XMAX_1	284,500	560,500	-,291	,771	,777	,389	,004
OA_XMIN_1	224,500	575,500	-1,493	,135	,138	,069	,001
OA_XSD_1	270,500	546,500	-,571	,568	,574	,287	,003
OA_YAVG_1	264,500	615,500	-,692	,489	,496	,248	,003
OA_YMAX_1	248,000	524,000	-1,022	,307	,312	,156	,002
OA_YMIN_1	268,500	619,500	-,611	,541	,548	,274	,003
OA_YSD_1	287,000	563,000	-,241	,810	,815	,408	,004
OC_XAVG_1	213,500	564,500	-1,714	,087	,088	,044	,001
OC_XMAX_1	279,500	630,500	-,391	,696	,702	,351	,004
OC_XMIN_1	216,500	567,500	-1,654	,098	,099	,050	,001
OC_XSD_1	242,500	518,500	-1,133	,257	,262	,131	,002
OC_YAVG_1	279,500	630,500	-,391	,696	,702	,351	,004
OC_YMAX_1	276,500	552,500	-,451	,652	,658	,329	,004
OC_YMIN_1	254,500	530,500	-,892	,372	,378	,189	,003
OC_YSD_1	298,000	574,000	-,020	,984	,988	,494	,004

a. Variable de agrupación: VT_D

4.3. COMPARACIÓN PRE- INTERVENCION POST-INTERVENCION

El objetivo de este análisis estadístico es determinar el impacto de la intervención con respecto a las variables que fueron encontradas en el apartado anterior.

El grupo intervención recibió la intervención (de 4 meses de duración: 4.000UI de vitamina D y 1.200mg calcio) y el grupo control no recibió ninguna intervención. Ambos grupos fueron evaluados a los 4 meses de la valoración inicial, nada más terminar la intervención en el grupo intervención. Dentro de ambos grupos, se analizó cada variable de estudio comparando los valores en la evaluación PRE –INTERVENCIÓN con los valores de la evaluación POST-INTERVENCIÓN inmediata (comparación INTRAGRUPO- a un grupo consigo mismo en diferentes situaciones), utilizando el test de Wilcoxon de rangos con

Signo, una prueba no paramétrica que tiene en cuenta no sólo si hay diferencias entre las puntuaciones sino también la magnitud de las diferencias.

Los contrastes realizados en la fuerza de prensión en la mano derecha e izquierda, fueron unilaterales derechos, en los que lo deseable sería un aumento de la puntuación de la variable dependiente tras la intervención. En el caso del contraste de la prueba Timed “Up and go”, velocidad de la marcha y las variables del equilibrio, lo deseable sería que el tiempo de ejecución de la misma disminuya tras la intervención, por lo que utilizó un contraste unilateral izquierdo. El nivel de significación utilizado es del 5%.

Para comparar estadísticamente los resultados entre el grupo intervención y el grupo control (comparación INTERGRUPO – a un grupo con otro grupo), una vez realizada a intervención (a los 4 meses de la valoración inicial) se utilizó el test no paramétrico de Wilcoxon- Mann-Whitney.

4.3.1. Intragrupal

4.3.1.1. Grupo de Intervención

❖ 25-HIDROXI VITAMINA D

El valor es $p= 0,000$. La intervención ha tenido impacto estadísticamente significativo para esta variable. (Tabla 37).

**Tabla 37. Datos Estadísticos de la vitamina D
Wilcoxon Signed Ranks Test**

		Ranks		
		N	Mean Rank	Sum of Ranks
VITD2 - VITD1	Negative Ranks	4 ^a	3,25	13,00
	Positive Ranks	15 ^b	11,80	177,00
	Ties	0 ^c		
	Total	19		
PTH2 - PTH1	Negative Ranks	19 ^d	10,00	190,00
	Positive Ranks	0 ^e	,00	,00
	Ties	0 ^f		
	Total	19		
CALCIO2 - CALCIO1	Negative Ranks	5 ^g	10,10	50,50
	Positive Ranks	11 ^h	7,77	85,50
	Ties	3 ⁱ		
	Total	19		

a. VITD2 < VITD1

b. VITD2 > VITD1

c. VITD2 = VITD1

d. PTH2 < PTH1

e. PTH2 > PTH1

f. PTH2 = PTH1

g. CALCIO2 < CALCIO1

h. CALCIO2 > CALCIO1

i. CALCIO2 = CALCIO1

Test Statistics^c

	VITD2 - VITD1	PTH2 - PTH1	CALCIO2 - CALCIO1
Z	-3,300 ^a	-3,823 ^b	-,911 ^a
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,0010	0,0001	0,3622
Exact Sig. (2-tailed)	0,0003	0,0000	0,3788
Exact Sig. (1-tailed)	0,0002	0,0000	0,1894
Point Probability	0,0000	0,0000	0,0065

a. Based on negative ranks.

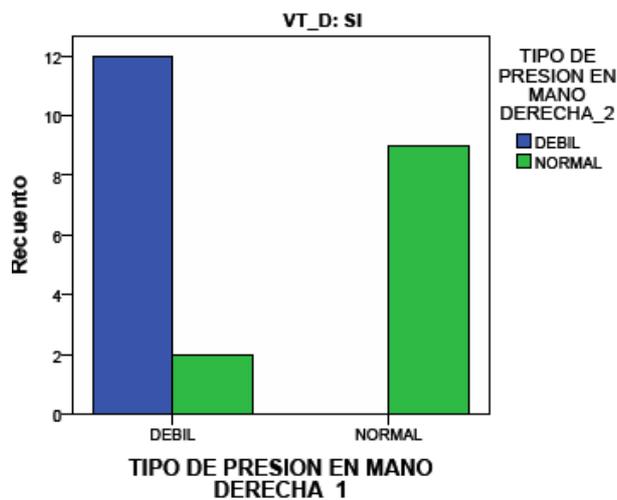
b. Based on positive ranks.

c. Wilcoxon Signed Ranks Test

❖ FUERZA DE PRENSIÓN EN LA MANO DERECHA

El valor es $p=0,000$. La intervención ha tenido impacto estadísticamente significativo para esta variable.

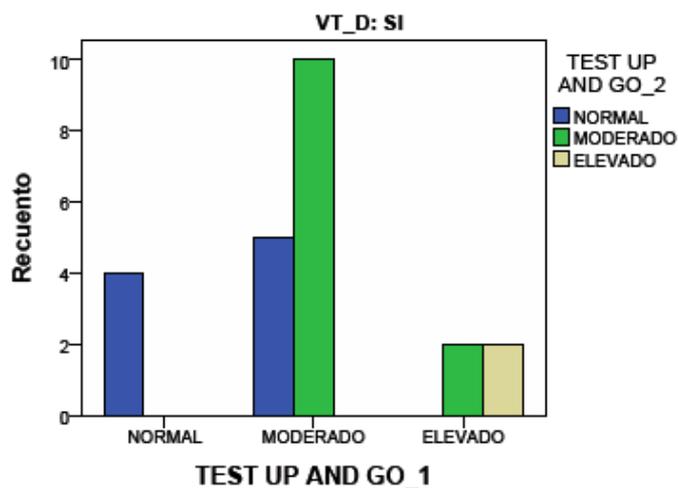
Figura 43. Comparación pre-post intervención – fuerza en la mano derecha



❖ **FUERZA DE PRENSIÓN EN LA MANO IZQUIERDA**

El valor es $p=0,000$. La intervención ha tenido impacto estadísticamente significativo para esta variable.

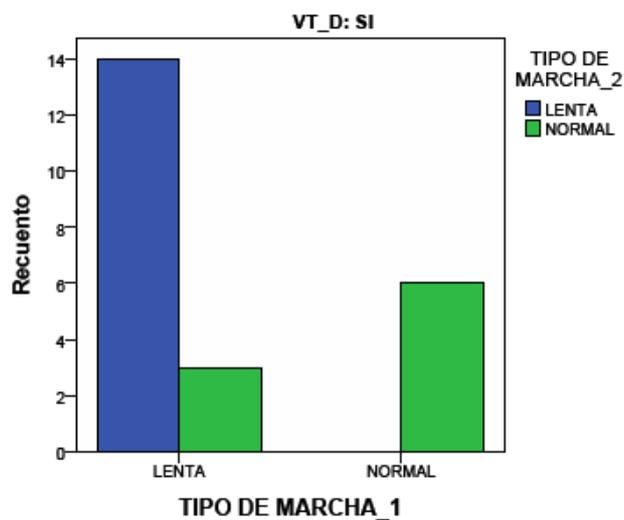
Figura 44. Comparación pre-post intervención – fuerza en la mano izquierda



❖ **PRUEBA TIMED” Up and Go”**

El valor es $p=0,000$. La intervención ha tenido impacto estadísticamente significativo para esta variable.

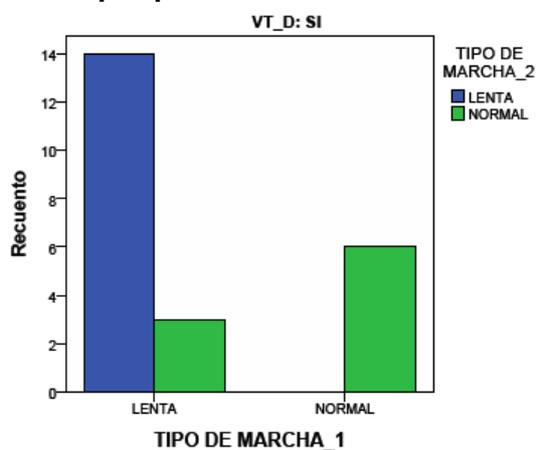
Figura 45. Comparación pre-post intervención – Timed “Up and Go”



❖ VELOCIDAD DE LA MARCHA

El valor es $p=0,000$. La intervención ha tenido impacto estadísticamente significativo para esta variable.

Figura 46. Comparación pre-post intervención – fuerza en la mano derecha



❖ **PRUEBAS DE VALORACIÓN FUNCIONAL DEL EQUILIBRIO-
POSTUROGRAFÍA (TABLAS 38-40)**

**Resultados posturográficos en la prueba de Romberg con Ojos
Abiertos (OA):**

❖ **OA_XAVG**

El valor de $p= 0,053$.

Ha habido variación estadísticamente significativa en esta variable.

❖ **OA_XMAX**

El valor de $p= 0,158$.

No ha habido variación estadísticamente significativa en esta variable.

❖ **OA_XMIN**

El valor de $p= 0,234$.

No ha habido variación estadísticamente significativa en esta variable.

❖ **OA_XSD**

El valor de $p= 0,119$.

No ha habido variación estadísticamente significativa en esta variable.

❖ **OA_YAVG**

El valor de $p= 0,462$.

No ha habido variación estadísticamente significativa en esta variable.

❖ **OA_YMAX**

El valor de $p= 0,185$.

No ha habido variación estadísticamente significativa en esta variable.

❖ **OA_YMIN**

El valor de $p= 0,153$.

No ha habido variación estadísticamente significativa en esta variable.

❖ **OA_YSD**

El valor de $p= 0,363$.

No ha habido variación estadísticamente significativa en esta variable.

Resultados posturograficos en la prueba de Romberg con Ojos

Cerrados (OC):

❖ **OC_XAVG**

El valor de $p= 0,027$.

Ha habido variación estadísticamente significativa en esta variable.

❖ **OC_XMAX**

El valor de $p= 0,124$.

No ha habido variación estadísticamente significativa en esta variable.

❖ **OC_XMIN**

El valor de $p= 0,251$.

No ha habido variación estadísticamente significativa en esta variable.

❖ **OC_XSD**

El valor de $p= 0,124$.

No ha habido variación estadísticamente significativa en esta variable.

❖ **OC_YAVG**

El valor de $p= 0,231$.

No ha habido variación estadísticamente significativa en esta variable.

❖ **OC_YMAX**

El valor de $p= 0,449$.

No ha habido variación estadísticamente significativa en esta variable.

❖ **OC_YMIN**

El valor de $p= 0,316$.

No ha habido variación estadísticamente significativa en esta variable.

❖ **OC_YSD**

El valor de $p= 0,459$.

No ha habido variación estadísticamente significativa en esta variable.

La intervención produjo una mejora estadísticamente significativa en el grupo de intervención en las siguientes variables:

- Fuerza de presión en la mano derecha
 - Fuerza de presión en la mano izquierda
 - En la Prueba Timed “Up and Go”
 - Velocidad de la Marcha
 - OA_XAVG
 - OC_XAVG
-
-

La intervención no produjo una mejora estadísticamente significativa en el grupo de intervención en las siguientes variables:

- OA_XMAX
 - OA_XMIN
 - OA_XSD
 - OA_YAVG
 - OA_YMAX
 - OA_YMIN
 - OA_YSD
 - OC_XAVG
 - OC_XMAX
 - OC_XMIN
 - OC_XSD
 - OC_YAVG
 - OY_YMAX
 - OC_YSD
-

Tabla 38. Datos estadísticos en el grupo de intervención

Estadísticos descriptivos^a

	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
PRES_MD_1	23	12,3696	5,72011	4,35	26,10
PRES_MI_1	23	11,2435	6,03325	1,85	24,85
MARCHA_1	23	11,3452	4,56561	5,41	21,35
UP_GO_1	23	14,6200	5,61534	5,34	29,00
OA_XAVG_1	23	-,008522	2,5493064	-4,5780	7,0130
OA_XMAX_1	23	1,045174	,6247248	,4400	3,2360
OA_XMIN_1	23	-1,121478	,9731203	-5,1000	-,3840
OA_XSD_1	23	,398130	,2158036	,1560	1,0150
OA_YAVG_1	23	-2,724957	2,7711809	-7,1500	2,5640
OA_YMAX_1	23	1,368478	,4364261	,7050	2,4560
OA_YMIN_1	23	-1,252522	,3905488	-2,0410	-,7690
OA_YSD_1	23	,464913	,1101362	,2940	,7220
OC_XAVG_1	23	,337348	2,4991050	-4,5090	6,5190
OC_XMAX_1	23	1,126957	,9017882	,4120	4,5470
OC_XMIN_1	23	-1,344957	1,5520992	-7,2720	-,4400
OC_XSD_1	23	,383870	,2063561	,1360	,9950
OC_YAVG_1	23	-2,647522	2,7149522	-7,2010	1,7500
OC_YMAX_1	23	1,633217	,7350689	,7890	3,3360
OC_YMIN_1	23	-1,654783	,4786168	-2,6600	-,8930
OC_YSD_1	23	,592304	,2395377	,2830	1,1510
PRE_MD_2	23	13,8739	6,09487	5,85	26,55
PRE_MI_2	23	13,2870	6,37330	3,20	26,05
MARCHA_2	23	9,5557	3,59981	3,57	15,84
UP_GO_2	23	12,6935	5,37978	5,01	28,37
OA_XAVG_2	23	-,936261	2,1865783	-4,8860	3,2460
OA_XMAX_2	23	,966043	,6794461	,3790	3,8490
OA_XMIN_2	23	-,904957	,3905384	-2,0500	-,2990
OA_XSD_2	23	,343696	,1327665	,1490	,7240
OA_YAVG_2	23	-2,576870	3,2628950	-7,3210	4,8540
OA_YMAX_2	23	1,2966	,36061	,85	2,37
OA_YMIN_2	23	-1,382826	,4824047	-2,4050	-,7820
OA_YSD_2	23	,498739	,2023413	,2640	1,0220
OC_XAVG_2	23	-,898435	1,8072859	-3,8690	2,7840
OC_XMAX_2	23	,915087	,4694627	,3910	2,1310
OC_XMIN_2	23	-,871217	,3774319	-1,6880	-,3440
OC_XSD_2	23	,325391	,1574532	,1200	,6750
OC_YAVG_2	23	-2,633435	2,7523931	-7,1870	1,6770
OC_YMAX_2	23	1,538304	,5967808	,7320	3,3590
OC_YMIN_2	23	-1,589130	,7539721	-3,3590	-,6550
OC_YSD_2	23	,552174	,1900829	,2720	,8660

Tabla 39. Comparación pre –post intervención en el grupo de intervención
Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

	Rangos ^a							
	N				Rango promedio		Suma de rangos	
	Rangos negativos	Rangos positivos	Empates	Total	Rangos negativos	Rangos positivos	Rangos negativos	Rangos positivos
PRE_MD_2 - PRES_MD_1	3 ^b	19 ^c	1 ^d	23	7,17	12,18	21,50	231,50
PRE_MI_2 - PRES_MI_1	2 ^e	19 ^f	2 ^g	23	9,25	11,18	18,50	212,50
MARCHA_2 - MARCHA_1	22 ^h	1 ⁱ	0 ^j	23	12,27	6,00	270,00	6,00
UP_GO_2 - UP_GO_1	21 ^k	1 ^l	1 ^m	23	11,48	12,00	241,00	12,00
OA_XAVG_2 - OA_XAVG_1	15 ⁿ	7 ^o	1 ^p	23	11,80	10,86	177,00	76,00
OA_XMAX_2 - OA_XMAX_1	13 ^q	9 ^r	1 ^s	23	12,15	10,56	158,00	95,00
OA_XMIN_2 - OA_XMIN_1	11 ^t	11 ^u	1 ^v	23	9,41	13,59	103,50	149,50
OA_XSD_2 - OA_XSD_1	14 ^w	8 ^x	1 ^y	23	11,68	11,19	163,50	89,50
OA_YAVG_2 - OA_YAVG_1	11 ^z	11 ^{aa}	1 ^{ab}	23	11,18	11,82	123,00	130,00
OA_YMAX_2 - OA_YMAX_1	14 ^{ac}	8 ^{ad}	1 ^{ae}	23	11,07	12,25	155,00	98,00
OA_YMIN_2 - OA_YMIN_1	14 ^{af}	8 ^{ag}	1 ^{ah}	23	11,36	11,75	159,00	94,00
OA_YSD_2 - OA_YSD_1	12 ^{ai}	10 ^{aj}	1 ^{ak}	23	9,58	13,80	115,00	138,00
OC_XAVG_2 - OC_XAVG_1	15 ^{al}	7 ^{am}	1 ^{an}	23	12,40	9,57	186,00	67,00
OC_XMAX_2 - OC_XMAX_1	15 ^{ao}	7 ^{ap}	1 ^{aq}	23	10,87	12,86	163,00	90,00
OC_XMIN_2 - OC_XMIN_1	11 ^{ar}	11 ^{as}	1 ^{at}	23	9,55	13,45	105,00	148,00
OC_XSD_2 - OC_XSD_1	13 ^{au}	9 ^{av}	1 ^{aw}	23	12,54	10,00	163,00	90,00
OC_YAVG_2 - OC_YAVG_1	13 ^{ax}	9 ^{ay}	1 ^{az}	23	11,54	11,44	150,00	103,00
OC_YMAX_2 - OC_YMAX_1	11 ^{ba}	11 ^{bb}	1 ^{bc}	23	11,91	11,09	131,00	122,00
OC_YMIN_2 - OC_YMIN_1	9 ^{bd}	13 ^{be}	1 ^{bf}	23	12,33	10,92	111,00	142,00
OC_YSD_2 - OC_YSD_1	12 ^{bg}	10 ^{bh}	1 ^{bi}	23	10,83	12,30	130,00	123,00

Tabla 40. Estadísticos de contraste pre -post intervención en el grupo de intervención

	Estadísticos de contraste ^{a,b}				
	Z	Sig. asintót. (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)	Probabilidad en el punto
PRE_MD_2 - PRES_MD_1	-3,409 ^c	,001	,000	,000	,000
PRE_MI_2 - PRES_MI_1	-3,373 ^c	,001	,000	,000	,000
MARCHA_2 - MARCHA_1	-4,015 ^d	,000	,000	,000	,000
UP_GO_2 - UP_GO_1	-3,717 ^d	,000	,000	,000	,000
OA_XAVG_2 - OA_XAVG_1	-1,640 ^d	,101	,105	,053	,004
OA_XMAX_2 - OA_XMAX_1	-1,023 ^d	,306	,317	,158	,004
OA_XMIN_2 - OA_XMIN_1	-,747 ^c	,455	,468	,234	,005
OA_XSD_2 - OA_XSD_1	-1,201 ^d	,230	,238	,119	,003
OA_YAVG_2 - OA_YAVG_1	-,114 ^c	,910	,924	,462	,013
OA_YMAX_2 - OA_YMAX_1	-,925 ^d	,355	,371	,185	,009
OA_YMIN_2 - OA_YMIN_1	-1,055 ^d	,291	,305	,153	,008
OA_YSD_2 - OA_YSD_1	-,373 ^c	,709	,726	,363	,012
OC_XAVG_2 - OC_XAVG_1	-1,932 ^d	,053	,054	,027	,002
OC_XMAX_2 - OC_XMAX_1	-1,185 ^d	,236	,248	,124	,007
OC_XMIN_2 - OC_XMIN_1	-,698 ^c	,485	,503	,251	,010
OC_XSD_2 - OC_XSD_1	-1,185 ^d	,236	,248	,124	,007
OC_YAVG_2 - OC_YAVG_1	-,763 ^d	,445	,463	,231	,010
OC_YMAX_2 - OC_YMAX_1	-,146 ^d	,884	,899	,449	,013
OC_YMIN_2 - OC_YMIN_1	-,503 ^c	,615	,633	,316	,011
OC_YSD_2 - OC_YSD_1	-,114 ^d	,910	,918	,459	,006

4.3.1.2. Grupo Control

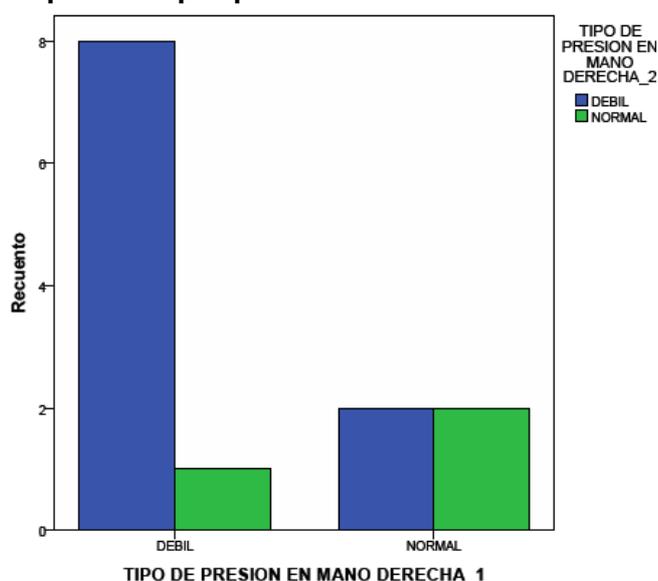
Al finalizar la intervención de 4 meses de duración, volvimos a realizar los test de rendimiento físico, tanto al grupo control como al grupo de intervención. Los siguientes contrastes comparan la puntuación del grupo control, antes de la intervención y pasados los 4 meses que duró la intervención sobre el grupo de intervención.

❖ FUERZA DE PRENSIÓN EN LA MANO DERECHA

El valor es $p= 0,037$.

Ha habido variación estadísticamente significativa en esta variable.

Figura 47. Comparación pre-post 4 meses – fuerza en la mano derecha

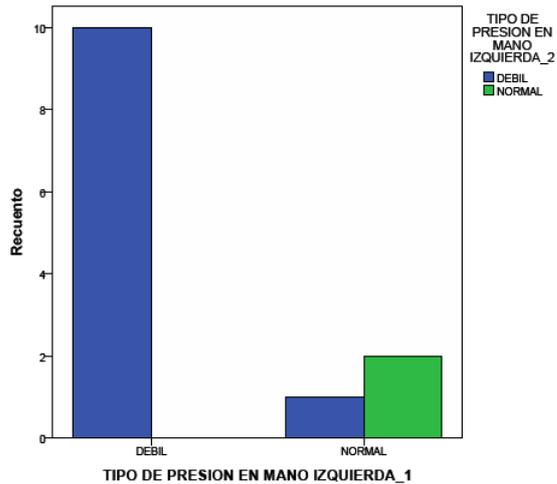


❖ FUERZA DE PRENSIÓN EN LA MANO IZQUIERDA

El valor es $p= 0,032$.

Ha habido variación estadísticamente significativa en esta variable.

Figura 48. Comparación pre-post 4 meses – fuerza en la mano izquierda

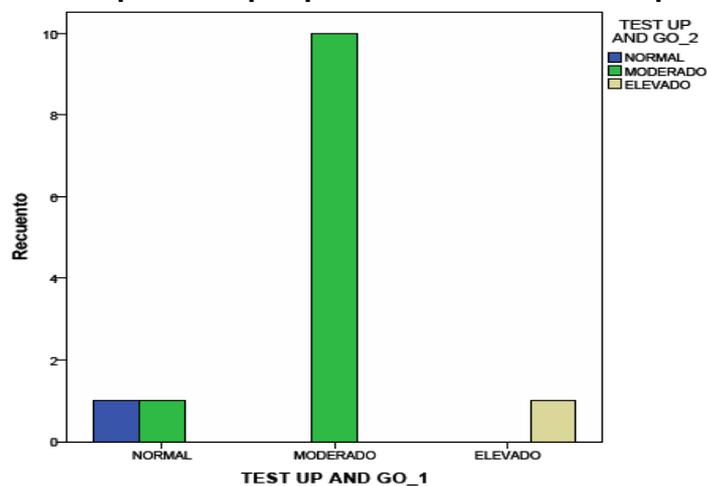


❖ **PRUEBA TIMED “UP and GO”**

El valor de $p= 0,01$.

Ha habido variación estadísticamente significativa en esta variable.

Figura 49. Comparación pre-post 4 meses – Timed “Up and Go”

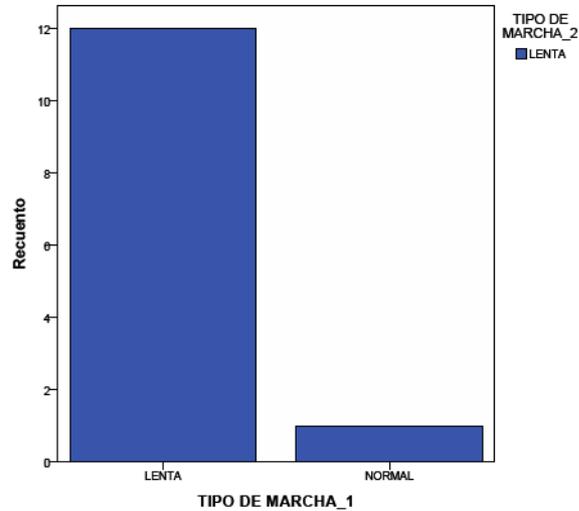


❖ **VELOCIDAD DE LA MARCHA**

El valor de $p= 0,005$.

Ha habido variación estadísticamente significativa en esta variable.

Figura 50. Comparación pre-post 4 meses – velocidad de la marcha



❖ **PRUEBAS DE VALORACIÓN FUNCIONAL DEL EQUILIBRIO-
POSTUROGRAFÍA (TABLAS 41-43)**

Resultados posturográficos en la prueba de Romberg con Ojos

Abiertos (OA):

❖ **OA_XAVG**

El valor de $p= 0,271$.

No ha habido variación estadísticamente significativa en esta variable.

❖ **OA_XMAX**

El valor de $p= 0,368$.

No ha habido variación estadísticamente significativa en esta variable.

❖ **OA_XMIN**

El valor de $p= 0,342$.

No ha habido variación estadísticamente significativa en esta variable.

❖ **OA_XSD**

El valor de $p= 0,249$.

No ha habido variación estadísticamente significativa en esta variable.

❖ **OA_YAVG**

El valor de $p= 0,055$.

Ha habido variación estadísticamente significativa en esta variable.

❖ **OA_YMAX**

El valor de $p= 0,294$.

No ha habido variación estadísticamente significativa en esta variable.

❖ **OA_YMIN**

El valor de $p= 0,188$.

No ha habido variación estadísticamente significativa en esta variable.

❖ **OA_YSD**

El valor de $p= 0,207$.

No ha habido variación estadísticamente significativa en esta variable.

Resultados posturograficos en la prueba de Romberg con Ojos

Cerrados (OC):

❖ **OC_XAVG**

El valor de $p=0,500$.

No ha habido variación estadísticamente significativa en esta variable.

❖ **OC_XMAX**

El valor de $p= 0,342$.

No ha habido variación estadísticamente significativa en esta variable.

❖ **OC_XMIN**

El valor de $p= 0,500$.

No ha habido variación estadísticamente significativa en esta variable.

❖ **OC_XSD**

El valor de $p= 0,325$.

No ha habido variación estadísticamente significativa en esta variable.

❖ **OC_YAVG**

El valor de $p= 0,249$.

No ha habido variación estadísticamente significativa en esta variable.

❖ **OC_YMAX**

El valor de $p= 0,342$.

No ha habido variación estadísticamente significativa en esta variable.

❖ **OC_YMIN**

El valor de $p= 0,064$.

No ha habido variación estadísticamente significativa en esta variable.

❖ **OC_YSD**

El valor de $p= 0,108$.

No ha habido variación estadísticamente significativa en esta variable

No ha habido variación estadísticamente significativa en prácticamente ninguna de las variables, dado que a este grupo no se le ha realizado ninguna intervención (únicamente han transcurrido entre una valoración y la siguiente los 4 meses que duró la intervención sobre el grupo de intervención).

Sin embargo, empeoraron significativamente, en esas respectivas variables estudiadas:

- ❖ Fuerza de prensión en la mano derecha
- ❖ Fuerza de prensión en la mano izquierda
- ❖ En la Prueba Timed “Up and Go”
- ❖ Velocidad de la Marcha
- ❖ OA_YAVG

Ha Habido variación estadísticamente significativa, un empeoramiento, en las siguientes variables estudiadas, en el grupo control:

- **Fuerza de prensión en la mano derecha**
 - **Fuerza de prensión en la mano izquierda**
 - **En la Prueba Timed “Up and Go”**
 - **Velocidad de la Marcha**
 - **OA_YAVG**
-
-

La intervención no produjo una mejora estadísticamente significativa en el grupo de intervención en las siguientes variables:

- OA_XAVG
 - OA_XMAX
 - OA_XMIN
 - OA_XSD
 - OA_YMAX
 - OA_YMIN
 - OA_YSD
 - OC_XAVG
 - OC_XMAX
 - OC_XMIN
 - OC_XSD
 - OC_YAVG
 - OC_YMAX
 - OC_YMIN
 - OC_YSD
-

Tabla 41. Datos estadísticos en el grupo control

Estadísticos descriptivos^a

	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
PRES_MD_1	26	10,7538	4,24714	4,30	22,30
PRES_MI_1	26	10,6335	4,46483	,00	19,10
MARCHA_1	26	13,3381	6,87910	5,59	35,49
UP_GO_1	26	16,0462	7,09443	8,00	37,50
OA_XAVG_1	26	-1,007038	3,5965529	-5,1970	7,0130
OA_XMAX_1	26	1,083615	,6153517	,4300	3,2360
OA_XMIN_1	26	-1,371100	1,1285916	-5,1000	-,3506
OA_XSD_1	26	,403385	,1825313	,1740	1,0150
OA_YAVG_1	26	-3,126692	2,9078587	-7,2390	3,9810
OA_YMAX_1	26	1,848500	1,6844390	,5970	9,6020
OA_YMIN_1	26	-1,859462	2,8732913	-15,7670	-,8160
OA_YSD_1	26	,648577	,6655003	,2510	3,6770
OC_XAVG_1	26	-,590769	3,4155395	-5,1730	6,5190
OC_XMAX_1	26	,929154	,3686092	,3820	1,9540
OC_XMIN_1	26	-1,460269	1,2854960	-5,5890	-,5210
OC_XSD_1	26	,405577	,1708928	,1930	,8860
OC_YAVG_1	26	-2,814423	2,7114539	-6,4460	3,5780
OC_YMAX_1	26	1,658500	,6221356	,5570	2,9300
OC_YMIN_1	26	-1,526000	,4083601	-2,3330	-,6870
OC_YSD_1	26	,581077	,2142456	,2310	1,0510
PRE_MD_2	13	11,0538	3,78371	4,60	18,85
PRE_MI_2	13	11,5769	3,22436	7,75	19,10
MARCHA_2	13	13,0685	5,04437	8,16	22,97
UP_GO_2	13	15,1515	4,02217	9,06	24,24
OA_XAVG_2	13	-1,178538	2,0900497	-4,0540	1,6650
OA_XMAX_2	13	1,319077	,8006908	,6620	3,0460
OA_XMIN_2	13	-1,213231	,5989524	-2,5790	-,4700
OA_XSD_2	13	,475308	,2557181	,1750	1,1050
OA_YAVG_2	13	-2,115077	3,6943237	-8,1060	5,2220
OA_YMAX_2	13	1,6039	,56335	,84	2,68
OA_YMIN_2	13	-1,454538	,5957436	-2,9210	-,8870
OA_YSD_2	13	,525308	,1315360	,3150	,7890
OC_XAVG_2	13	-1,488923	2,3001944	-4,8900	1,6500
OC_XMAX_2	13	1,335385	,9568637	,5160	4,0310
OC_XMIN_2	13	-1,360231	,7412654	-2,8830	-,4130
OC_XSD_2	13	,488692	,2525683	,2250	1,1150
OC_YAVG_2	13	-2,647846	3,4552256	-8,2880	3,9980
OC_YMAX_2	13	1,760154	,5196620	,7810	2,5750
OC_YMIN_2	13	-1,793615	,5434865	-2,8740	-,9280
OC_YSD_2	13	,653923	,1997450	,3390	,9280

a. VT_D = NO

Tabla 42. Comparación pre-post 4 meses en el grupo control

Estadísticos de contraste^{a,b}

	Z	Sig. asintót. (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)	Probabilidad en el punto
PRE_MD_2 - PRES_MD_1	-1,806 ^c	,071	,075	,037	,005
PRE_MI_2 - PRES_MI_1	-1,886 ^c	,059	,064	,032	,008
MARCHA_2 - MARCHA_1	-2,481 ^d	,013	,010	,005	,001
UP_GO_2 - UP_GO_1	-2,845 ^d	,004	,002	,001	,000
OA_XAVG_2 - OA_XAVG_1	-,664 ^d	,507	,542	,271	,022
OA_XMAX_2 - OA_XMAX_1	-,384 ^d	,701	,735	,368	,025
OA_XMIN_2 - OA_XMIN_1	-,454 ^d	,650	,685	,342	,025
OA_XSD_2 - OA_XSD_1	-,734 ^d	,463	,497	,249	,021
OA_YAVG_2 - OA_YAVG_1	-1,642 ^d	,101	,110	,055	,008
OA_YMAX_2 - OA_YMAX_1	-,594 ^d	,552	,588	,294	,023
OA_YMIN_2 - OA_YMIN_1	-,943 ^c	,345	,376	,188	,018
OA_YSD_2 - OA_YSD_1	-,874 ^d	,382	,414	,207	,019
OC_XAVG_2 - OC_XAVG_1	-,035 ^d	,972	1,000	,500	,027
OC_XMAX_2 - OC_XMAX_1	-,454 ^d	,650	,685	,342	,025
OC_XMIN_2 - OC_XMIN_1	-,035 ^d	,972	1,000	,500	,027
OC_XSD_2 - OC_XSD_1	-,489 ^d	,625	,650	,325	,014
OC_YAVG_2 - OC_YAVG_1	-,734 ^d	,463	,497	,249	,021
OC_YMAX_2 - OC_YMAX_1	-,454 ^d	,650	,685	,342	,025
OC_YMIN_2 - OC_YMIN_1	-1,572 ^c	,116	,127	,064	,009
OC_YSD_2 - OC_YSD_1	-1,293 ^d	,196	,216	,108	,013

Tabla 43. Estadísticos de contraste pre -post intervención en el grupo control

Estadísticos de contraste^{a,b}

	Z	Sig. asintót. (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)	Probabilidad en el punto
PRE_MD_2 - PRES_MD_1	-1,806 ^c	,071	,075	,037	,005
PRE_MI_2 - PRES_MI_1	-1,886 ^c	,059	,064	,032	,008
MARCHA_2 - MARCHA_1	-2,481 ^d	,013	,010	,005	,001
UP_GO_2 - UP_GO_1	-2,845 ^d	,004	,002	,001	,000
OA_XAVG_2 - OA_XAVG_1	-,664 ^d	,507	,542	,271	,022
OA_XMAX_2 - OA_XMAX_1	-,384 ^d	,701	,735	,368	,025
OA_XMIN_2 - OA_XMIN_1	-,454 ^d	,650	,685	,342	,025
OA_XSD_2 - OA_XSD_1	-,734 ^d	,463	,497	,249	,021
OA_YAVG_2 - OA_YAVG_1	-1,642 ^d	,101	,110	,055	,008
OA_YMAX_2 - OA_YMAX_1	-,594 ^d	,552	,588	,294	,023
OA_YMIN_2 - OA_YMIN_1	-,943 ^c	,345	,376	,188	,018
OA_YSD_2 - OA_YSD_1	-,874 ^d	,382	,414	,207	,019
OC_XAVG_2 - OC_XAVG_1	-,035 ^d	,972	1,000	,500	,027
OC_XMAX_2 - OC_XMAX_1	-,454 ^d	,650	,685	,342	,025
OC_XMIN_2 - OC_XMIN_1	-,035 ^d	,972	1,000	,500	,027
OC_XSD_2 - OC_XSD_1	-,489 ^d	,625	,650	,325	,014
OC_YAVG_2 - OC_YAVG_1	-,734 ^d	,463	,497	,249	,021
OC_YMAX_2 - OC_YMAX_1	-,454 ^d	,650	,685	,342	,025
OC_YMIN_2 - OC_YMIN_1	-1,572 ^c	,116	,127	,064	,009
OC_YSD_2 - OC_YSD_1	-1,293 ^d	,196	,216	,108	,013

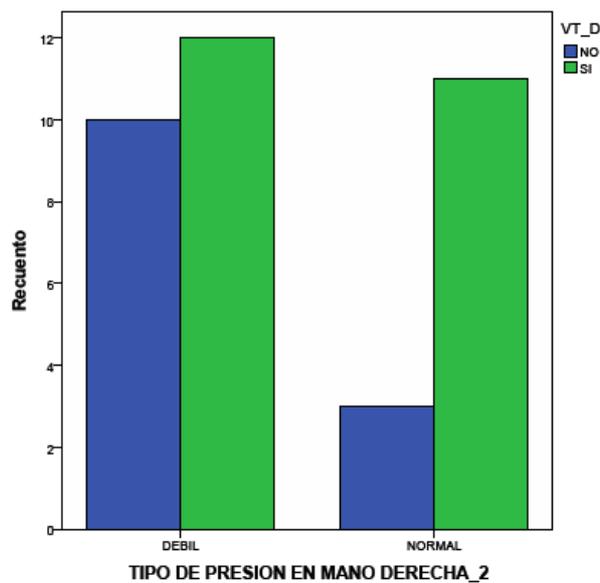
4.3.2. Intergrupos

Para las comparaciones entre el grupo control y el grupo de intervención, una vez realizada la intervención en el grupo de intervención (inmediatamente después de terminarla), se empleó no paramétrica de Wilcoxon-Mann-Whitney.

❖ FUERZA DE PRENSIÓN EN LA MANO DERECHA

El valor de p de este contraste es: $p=0,243$. No ha habido diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control y el grupo de intervención en esta variable.

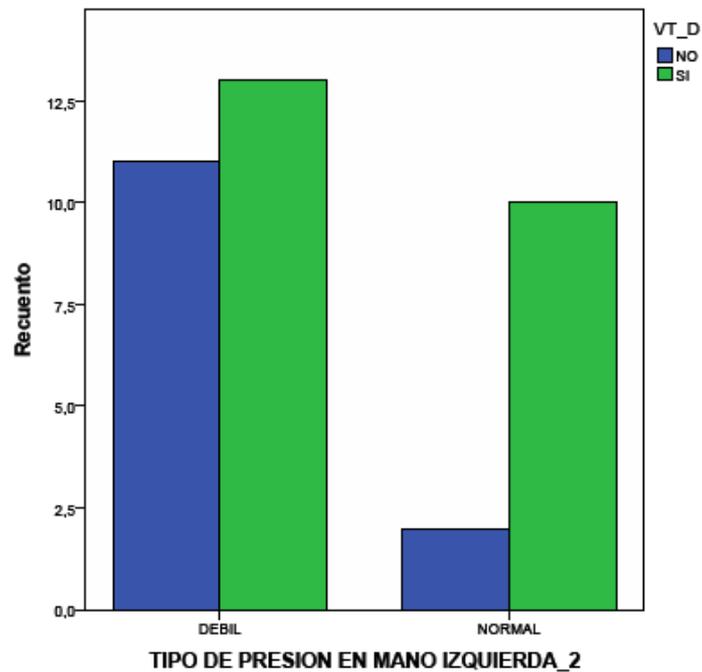
Figura 51. Comparación intergrupos – fuerza en la mano derecha



❖ FUERZA DE PRENSIÓN EN LA MANO IZQUIERDA

El valor de p de este contraste es: $p=0,626$. No ha habido diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control y el grupo de intervención en esta variable.

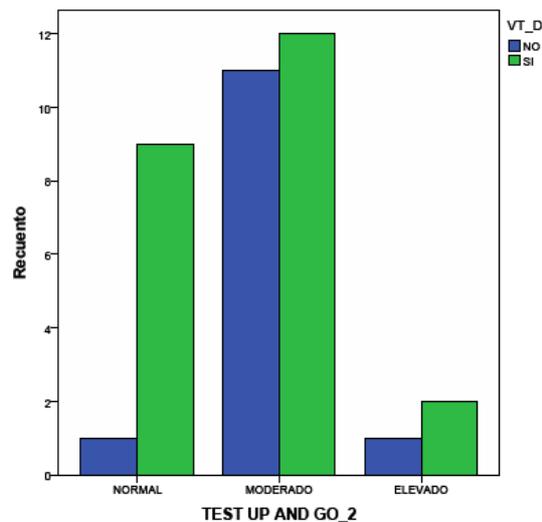
Figura 52. Comparación intergrupos – fuerza en la mano izquierda



❖ PRUEBA TIMED “UP and GO”

El valor de p de este contraste es: $p=0,088$. No ha habido diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control y el grupo de intervención en esta variable.

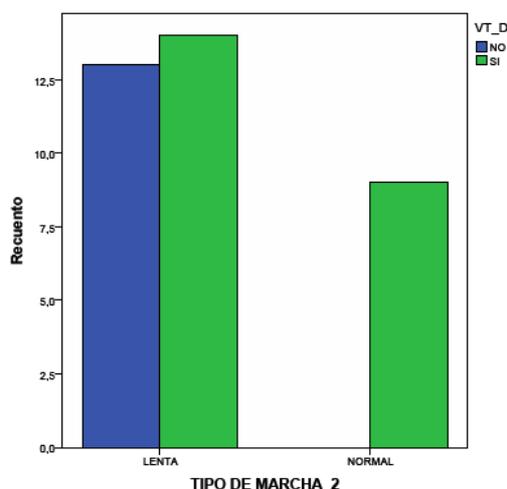
Figura 53. Comparación intergrupos – Timed “Up and Go”



❖ VELOCIDAD DE LA MARCHA

El valor de p de este contraste es: $p=0,068$. No ha habido diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control y el grupo de intervención en esta variable.

Figura 54. Comparación intergrupos – velocidad de la marcha



❖ PRUEBAS DE VALORACIÓN FUNCIONAL DEL EQUILIBRIO-POSTUROGRAFÍA

Resultados posturográficos en la prueba de Romberg con Ojos

Abiertos (OA):

❖ OA_XAVG

El valor de p de este contraste es: $p=0,745$. No ha habido diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control y el grupo de intervención en esta variable.

❖ **OA_XMAX**

El valor de p de este contraste es: $p=0,100$. No ha habido diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control y el grupo de intervención en esta variable.

❖ **OA_XMIN**

El valor de p de este contraste es: $p=0,179$. No ha habido diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control y el grupo de intervención en esta variable.

❖ **OA_XSD**

El valor de p de este contraste es: $p=0,142$. No ha habido diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control y el grupo de intervención en esta variable.

❖ **OA_YAVG**

El valor de p de este contraste es: $p=0,721$. No ha habido diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control y el grupo de intervención en esta variable.

❖ **OA_YMAX**

El valor de p de este contraste es: $p=0,121$. No ha habido diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control y el grupo de intervención en esta variable.

❖ OA_YMIN

El valor de p de este contraste es: $p=0,903$. No ha habido diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control y el grupo de intervención en esta variable.

❖ OA_YSD

El valor de p de este contraste es: $p=0,312$. No ha habido diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control y el grupo de intervención en esta variable.

Resultados posturograficos en la prueba de Romberg con Ojos Cerrados (OC):

❖ OC_XAVG

El valor de p de este contraste es: $p=0,537$. Se asume la hipótesis nula. No ha habido diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control y el grupo de intervención en esta variable.

❖ OC_XMAX

El valor de p de este contraste es: $p=0,129$. No ha habido diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control y el grupo de intervención en esta variable.

❖ OC_XMIN

El valor de p de este contraste es: $p=0,022$. Ha habido diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control y el grupo de intervención en esta variable.

❖ **OC_XSD**

El valor de p de este contraste es: $p=0,041$. Ha habido diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control y el grupo de intervención en esta variable.

❖ **OC_YAVG**

El valor de p de este contraste es: $p=0,845$. No ha habido diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control y el grupo de intervención en esta variable.

❖ **OC_YMAX**

El valor de p de este contraste es: $p=0,140$. No ha habido diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control y el grupo de intervención en esta variable.

❖ **OC_YMIN**

El valor de p de este contraste es: $p=0,214$. No ha habido diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control y el grupo de intervención en esta variable.

❖ **OC_YSD**

El valor de p de este contraste es: $p=0,107$. No ha habido diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control y el grupo de intervención en esta variable.

De los resultados anteriormente descritos podemos deducir que no ha habido diferencias estadísticamente significativas entre el grupo de control y el grupo de intervención después del tratamiento con 25-hidroxivitamina D.

Por otro lado, los resultados nos permiten afirmar que si ha habido diferencias estadísticamente significativas en las variables de la funcionalidad dentro del grupo intervención, después de la aplicación del citado tratamiento.

Tabla 44. Datos estadístico intergrupos

Estadísticos descriptivos

	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
PRE_MD_2	36	12,8556	5,49050	4,60	26,55
PRE_MI_2	36	12,6694	5,45805	3,20	26,05
MARCHA_2	36	10,8242	4,44949	3,57	22,97
UP_GO_2	36	13,5811	5,01723	5,01	28,37
OA_XAVG_2	36	-1,023750	2,1253031	-4,8860	3,2460
OA_XMAX_2	36	1,093528	,7345484	,3790	3,8490
OA_XMIN_2	36	-1,016278	,4913444	-2,5790	-,2990
OA_XSD_2	36	,391222	,1939337	,1490	1,1050
OA_YAVG_2	36	-2,410111	3,3796456	-8,1060	5,2220
OA_YMAX_2	36	1,4076	,46148	,84	2,68
OA_YMIN_2	36	-1,408722	,5188271	-2,9210	-,7820
OA_YSD_2	36	,508333	,1784223	,2640	1,0220
OC_XAVG_2	36	-1,111667	1,9874240	-4,8900	2,7840
OC_XMAX_2	36	1,066861	,7031141	,3910	4,0310
OC_XMIN_2	36	-1,047806	,5785163	-2,8830	-,3440
OC_XSD_2	36	,384361	,2092427	,1200	1,1150
OC_YAVG_2	36	-2,638639	2,9757565	-8,2880	3,9980
OC_YMAX_2	36	1,618417	,5728276	,7320	3,3590
OC_YMIN_2	36	-1,662972	,6844862	-3,3590	-,6550
OC_YSD_2	36	,588917	,1970973	,2720	,9280
VT_D	49	,47	,504	0	1

Prueba de Mann-Whitney

Tabla 45. Comparación intergrupos

Rangos

	N			Rango promedio		Suma de rangos	
	VT_D			VT_D		VT_D	
	NO	SI	Total	NO	SI	NO	SI
PRE_MD_2	13	23	36	15,73	20,07	204,50	461,50
PRE_MI_2	13	23	36	17,31	19,17	225,00	441,00
MARCHA_2	13	23	36	22,77	16,09	296,00	370,00
UP_GO_2	13	23	36	22,50	16,24	292,50	373,50
OA_XAVG_2	13	23	36	17,69	18,96	230,00	436,00
OA_XMAX_2	13	23	36	22,38	16,30	291,00	375,00
OA_XMIN_2	13	23	36	15,31	20,30	199,00	467,00
OA_XSD_2	13	23	36	21,96	16,54	285,50	380,50
OA_YAVG_2	13	23	36	19,38	18,00	252,00	414,00
OA_YMAX_2	13	23	36	22,15	16,43	288,00	378,00
OA_YMIN_2	13	23	36	18,19	18,67	236,50	429,50
OA_YSD_2	13	23	36	20,92	17,13	272,00	394,00
OC_XAVG_2	13	23	36	17,00	19,35	221,00	445,00
OC_XMAX_2	13	23	36	22,08	16,48	287,00	379,00
OC_XMIN_2	13	23	36	13,15	21,52	171,00	495,00
OC_XSD_2	13	23	36	23,27	15,80	302,50	363,50
OC_YAVG_2	13	23	36	18,00	18,78	234,00	432,00
OC_YMAX_2	13	23	36	22,00	16,52	286,00	380,00
OC_YMIN_2	13	23	36	15,54	20,17	202,00	464,00
OC_YSD_2	13	23	36	22,31	16,35	290,00	376,00

Tabla 46. Estadísticos de contraste intergrupos

Estadísticos de contraste^a

	U de Mann-Whitney	W de Wilcoxon	Z	Sig. asintót. (bilateral)	Sig. exacta [2* (Sig. unilateral)]	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)	Probabilidad en el punto
PRE_MD_2	113,500	204,500	-1,186	,236	,239 ^b	,243	,121	,003
PRE_MI_2	134,000	225,000	-,511	,610	,626 ^b	,626	,313	,011
MARCHA_2	94,000	370,000	-1,828	,068	,070 ^b	,068	,034	,001
UP_GO_2	97,500	373,500	-1,713	,087	,087 ^b	,088	,044	,001
OA_XAVG_2	139,000	230,000	-,346	,729	,745 ^b	,745	,373	,012
OA_XMAX_2	99,000	375,000	-1,663	,096	,100 ^b	,100	,050	,003
OA_XMIN_2	108,000	199,000	-1,367	,172	,179 ^b	,179	,090	,005
OA_XSD_2	104,500	380,500	-1,482	,138	,140 ^b	,142	,071	,002
OA_YAVG_2	138,000	414,000	-,379	,705	,721 ^b	,721	,360	,012
OA_YMAX_2	102,000	378,000	-1,565	,118	,123 ^b	,121	,060	,002
OA_YMIN_2	145,500	236,500	-,132	,895	,897 ^b	,903	,451	,006
OA_YSD_2	118,000	394,000	-1,037	,300	,312 ^b	,312	,156	,008
OC_XAVG_2	130,000	221,000	-,642	,521	,537 ^b	,537	,268	,011
OC_XMAX_2	103,000	379,000	-1,532	,126	,131 ^b	,129	,065	,003
OC_XMIN_2	80,000	171,000	-2,289	,022	,022 ^b	,022	,011	,001
OC_XSD_2	87,500	363,500	-2,042	,041	,040 ^b	,041	,020	,001
OC_YAVG_2	143,000	234,000	-,214	,830	,845 ^b	,845	,423	,013
OC_YMAX_2	104,000	380,000	-1,499	,134	,140 ^b	,140	,070	,004
OC_YMIN_2	111,000	202,000	-1,268	,205	,214 ^b	,214	,107	,006
OC_YSD_2	100,000	376,000	-1,630	,103	,107 ^b	,107	,054	,004

5. DISCUSIÓN

5. DISCUSIÓN

Muchas personas mayores, especialmente los muy ancianos y los que viven en residencias, tienen déficit de vitamina D. La deficiencia de vitamina D se debe tratar, y nuevos enfoques farmacológicos para la sarcopenia, se evalúan en la actualidad, ya que es una característica clave de la fragilidad en las personas mayores y un factor determinante de los resultados adversos para la salud, tales como las limitaciones funcionales y discapacidad.

Este estudio muestra claramente que el rendimiento físico está asociado con los niveles de 25- hidroxivitamina D.

5.1. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La fragilidad entendida como síndrome biológico, es muy prevalente entre los mayores institucionalizados. Entre los mayores de nuestro estudio, el porcentaje de frágiles es alto (79%); lo que apoya, en cierta medida, lo sugerido en otros estudios longitudinales que asocian fragilidad e institucionalización (41).

La fragilidad fue valorada según los criterios de Fried. Así como en otros estudios realizados en Francia, Italia, África, América y México utilizó los mismos 5 componentes de fragilidad, definidos por Fried. Sus resultados contribuyen a reforzar la validez predictor del concepto de fragilidad (131).

Respecto a la mayor prevalencia de fragilidad en las mujeres, nuestros resultados son consistentes con las aportaciones de otros estudios nacionales

e internacionales (41,78,132–135). En diversos estudios se ha podido evidenciar que las mujeres tienen mayor probabilidad que los hombres de ser frágiles (41,136,137). Esto puede ser debido a que las mujeres sufren mayor sarcopenia (41). La pérdida de masa muscular que produce deterioro del estado físico es una de las teorías que intentan explicar la base fisiológica de la fragilidad. En el presente estudio se ha podido comprobar que existe una asociación entre la fragilidad y dichas variables.

En un estudio con 281 mayores, se observó que los mayores frágiles son significativamente más ancianos, presentan peores resultados de salud. Y las mujeres presentaron la prevalencia de fragilidad más alta (60vs46%) (62).

Las manifestaciones del síndrome de fragilidad son fundamentalmente físicas y se vinculan con la fuerza muscular y la movilidad (41,138,139) y, en este aspecto, las mujeres tienen varias desventajas. Biológicamente las mujeres tienen menor masa muscular que los varones y, además, el hecho de que dispongan de mayor infiltración de grasa en su composición muscular también pueden influir en la fuerza muscular. Por otro lado, por motivo culturales, las mujeres de edad avanzada se han dedicado mayoritariamente al cuidado de la familia y del hogar, han desarrollado su vida fundamentalmente en el espacio privado, más restringido que el público y suelen presentar peor condición física (132); los distintos patrones de actividad y funcionamiento físico de varones y mujeres propician menor fuerza y masa muscular en las mujeres (138,139).

Entre los criterios de evaluación se incluye la sensación de agotamiento (nivel de energía), en este sentido, nuestros resultados indican que ser frágil se asocia con un peor estado de ánimo, esta relación que también han destacado

otros estudios (140) estaría en la línea que recientemente ha propuesto que el paso a la fragilidad se manifiesta síntomas de tristeza y depresión (141).

Con respecto a la relación entre la fragilidad y la dependencia los resultados muestran que ser frágil no se asocia con el deterioro funcional. La fragilidad y dependencia son fenómenos independientes, de tal manera que algunos mayores pueden ser frágiles, pero independientes para las actividades básicas de la vida diaria (ABVD) y viceversa (142,143).

En nuestro estudio (38,8%) de los ancianos frágiles no necesitan de ayuda para las actividades básicas de la vida diaria, (34,7%) necesita de algún tipo de ayuda, y apenas (26,5%) son dependientes para las actividades de la vida diaria. Por lo tanto, podríamos concluir que la fragilidad es una vía que conducen a la dependencia.

En la línea con otros trabajos encontramos que los criterios de fragilidad más representativos son: la debilidad muscular, que puede ser una señal temprana que alerte sobre la vulnerabilidad y el desarrollo de fragilidad y, la pérdida de energía o sensación de agotamiento (132,133).

El presente estudio encontramos que los ancianos frágiles presentan más de la mitad perdida de fuerza muscular (71,7% en la mano derecha y 73,5% en la mano izquierda) así como pérdida de energía entre bajo a moderado (93,9%).

Respecto a la relación fragilidad y la lentitud en la marcha, nuestros estudios son consistentes con las aportaciones de otros estudios (41,138,139). La lentitud de la marcha afectó a más de la mitad de los mayores (85,7%) y la escasa actividad física (79,6%), que agrupa a los colectivos de moderados y

pocos activos. Estos resultados son similares a los obtenidos en otros estudios, que la lentitud de la marcha afectó a más de la mitad de los mayores (68,6%) y la escasa actividad física (60,1%) (62).

Los mayores institucionalizados representan una oportunidad para investigar distintos aspectos de la fragilidad. En ellos se espera una mayor vulnerabilidad, pero son un grupo heterogéneo, por lo que las acciones dirigidas a identificar a los mayores de riesgo, combinándolas con intervenciones preventivas o paliativas puede maximizar la independencia y la calidad de vida (144).

5.2. VALORACIÓN DE LA MARCHA Y EL EQUILIBRIO

En nuestro trabajo hemos reflejado los cambios en la valoración de la marcha y el equilibrio mediante el Test Velocidad de la marcha 10 metros; la prueba Timed “Up and Go” y a través de la posturografía. Utilizados también en numerosos estudios analizados (145–150).

Nos hemos centrado en el análisis de la marcha y el equilibrio mediante los test citado anteriormente porque son herramientas de fácil y rápido administración y proporciona información objetiva sobre las capacidades del sujeto en cuanto a la locomoción y el equilibrio.

Los resultados de este estudio muestran y confirman la alta prevalencia de caídas entre los ancianos frágiles institucionalizados (151). Se enfatiza en la literatura que alrededor de 30% de las personas mayores sufren una o más caídas por año. (152). En este estudio, 71,4/ de los mayores frágiles se había caído.

La “falta de equilibrio” afecta aproximadamente un 65% de las personas mayores, y según estudios es la mayor razón por la que se caen los mayores. (153,154). Esta disminución de movilidad se puede encontrar en las evaluaciones realizadas en este estudio.

En la evaluación de la movilidad funcional vemos que los mayores tienen elevada propensión a caer, ya que las personas que realizaron la prueba de Timed “Up and Go” en 14 segundos o más tienen grandes posibilidades de caerse (155). Esta tendencia refleja las condiciones de esta muestra.

En nuestros resultados, (65,3%) de los ancianos frágiles realizaron la prueba de Timed “Up and Go” con un tiempo entre 10 a 20 segundos, presentando un gran riesgo de caídas. Podemos afirmar que la elevada propensión a caer de nuestra muestra no difiere a referida anteriormente.

Al estudiar la correlación de nuestros datos, hemos hallado relación entre el grupo de la intervención y el grupo control. Hemos comparado a los ancianos frágiles que han realizado la intervención y el grupo control y el tiempo transcurrido pre- post cuatro meses de tratamiento. Tras cuatro meses de intervención, los ancianos mejoraron su tiempo de recorrida. Obtuvimos un aumento de la velocidad de la marcha y en la prueba Timed “Up and Go”. Estos resultados sugieren que es importante la intervención para que los resultados sean más positivos.

5.3. VALORACION CON LA POSTUROGRAFIA

Desde el punto de vista clínico, no existe un método de regencia aceptado universalmente para valorar el equilibrio (128). Algunos autores

aseguran que las técnicas de posturografía, basada en el uso de plataforma de fuerza, son las más apropiadas (128).

Algunos trabajos afirman que la fiabilidad de estos instrumentos está garantizada (156,157). Siguiendo esta argumentación, podría afirmarse que estos métodos pueden convertirse en sistemas de referencia para valorar el equilibrio si previamente fueron validados por expertos. Sin embargo, hoy en día, hay gran variabilidad en los sistemas instrumentales utilizados y los protocolos de medidas son muy distintos entre si, imposibilitando la comparación de los resultados y la estandarización en los estudios publicados (158-162).

En nuestro estudio, la prueba del equilibrio en la posturografia no obtuvo mejoría estadísticamente significativa tras la intervención.

5.4. SOBRE LA INTERVENCIÓN

En el tratamiento sustitutivo con vitamina D el metabolito más utilizado es el colecalciferol (163–166), aunque también se utilizan el ergocalciferol (vitamina D2) (167,168) y, con menor frecuencia, el 25- hidroxivitamina D. Optamos por la 25-hidroxivitamina D por tratarse del metabolito más utilizado en clínica para el control de hipovitaminosis D y por tener esta técnica analítica disponible en nuestro laboratorio. Las dosis de 25- hidroxivitamina D empleadas en nuestro estudio fueron de 4.000 UI diaria. El tratamiento se toleró bien y no se observaron casos de hipercalcemia.

Los resultados del presente estudio han mostrado que la intervención con la vitamina D y calcio en ancianos frágiles es capaz de interferir favorablemente en la fuerza muscular y en la velocidad de la marcha,

mejorando el rendimiento físico confirmando por tanto, nuestra hipótesis de estudio.

Inicialmente la hipótesis del estudio se basaba en la complementación diaria con 25- hidroxivitamina D puede afectar a la funcionalidad y retrasar la discapacidad en ancianos frágiles. Una vez que, la deficiencia grave de vitamina D se incrementa con la edad. Nuestros datos muestran una prevalencia muy elevada de hipovitaminosis y su asociación con una mayor inestabilidad en el control de la marcha. Terminada la intervención produjo una mejoría estadísticamente significativa en las puntuaciones obtenidas en la mayoría de las pruebas de rendimiento físico realizada en el grupo de intervención.

Nuestros resultados son consistentes con aportaciones de otros estudios realizados, un estudio realizado con 411 adultos mayores residentes en la comunidad, donde sus resultados presentaban concentraciones bajas de 25- hidroxivitamina D se asociaban con una mayor inestabilidad en el control de la marcha (159).

En esta misma línea, diversos estudios han demostrado que los suplementos de 25-hidroxitamina D mejoran considerablemente la fuerza muscular, especialmente en la población anciana con hipovitaminosis. En un estudio aleatorizado y controlado con placebo, realizado en sujetos mayores de 65 años con historia de caídas e hipovitaminosis, y cuyo objetivo fue ver el efecto sobre la función física y muscular de un suplemento de vitamina D administrado en una única dosis intramuscular de 600.000UI, los autores obtuvieron como resultado que, a los 6 meses, los sujetos que recibieron el suplemento de vitamina D tuvieron beneficios significativos en el

funcionamiento físico, el tiempo de reacción y equilibrio, aunque no en la fuerza muscular (25). En otro estudio, los autores demuestran que la vitamina D con calcio mejora el equilibrio postural y el dinámico de las ancianas institucionalizadas (160).

Semejantes resultados fueron obtenidos, estudiaron la fuerza muscular en 46 sujetos institucionalizados de mayores de 65 años de edad, a que se les administró durante 6 meses de forma aleatoria, o calcio diario más placebo, o calcio diario más vitamina D. Al final del estudio, y en ausencia de practica de ejercicios físico, la fuerza de los flexores de cadera aumenta en el grupo que recibió vitamina D un 16,4% ($p=0,0001$), y la fuerza de los extensores de la rodilla lo hizo en 24,6% ($p= 0,0007$) (161).

Aunque la administración de 25 hidroxivitamina D, por ser aunada a su bajo costo, ausencia de riesgo y parece presentar una eficacia clínica similar para corregir la hipovitaminosis D y los trastornos de los determinantes de la movilidad, se precisan estudios longitudinales más amplios para establecer de forma definitiva cuál será la dosis y la pauta de administración más adecuadas (82).

5.5. COMPARACIÓN CON OTROS ESTUDIOS

En cuanto a la asociación entre la deficiencia de vitamina D y la fragilidad, hay estudios que afirman la relación entre la baja concentración de 25-hidroxivitamina D y la fragilidad en los adultos mayores. En una investigación con los residentes institucionalizados estadounidenses recogidos entre 1988 y 1994, se concluyó que la deficiencia de 25-hidroxivitamina D (>15 ng ml) se asoció con un aumento de 3,7 veces en las probabilidades de

fragilidad entre los blancos y un aumento de cuatro veces en la probabilidad de fragilidad entre los no blancos (169).

Varios estudios han demostrado una alta prevalencia de hipovitaminosis D en la población anciana especialmente en los países europeos donde la comida no es completamente con vitamina D (170–173). Nuestro estudio, de acuerdo con otros datos europeos (173), confirma la prevalencia de hipovitaminosis en ancianos frágiles.

No obstante, hemos encontrados datos variables en la bibliografía al respecto. Así, un estudio realizado (174) con 4.203 hombres mayores de edad 70-88 años en Perth, Australia Occidental, afirma que la hipovitaminosis D se asocia con la fragilidad prevalente e independientemente de la fragilidad. Y además acrecentó que la asociación entre la vitamina D y la mortalidad no depende únicamente de la aparición de fragilidad. (174) En otro estudio, se afirma que la asociación de los bajos niveles de vitamina D con síndrome de fragilidad en los hombres, pero no en las mujeres. (93).

En otro trabajo con 1.606 hombres mayores de 65 años, en seis centros comunitarios de Estados Unidos, con objetivo de determinar las asociaciones entre el niveles de 25- hidroxivitamina D y el estado de fragilidad, concluyeron que los hombres mayores con bajos niveles de 25 (OH) D >20ng/ml se asociaron de forma independiente con una mayor evidencia de la fragilidad. Tenían probabilidades 1,5 veces más alta de estatus fragilidad al inicio del estudio (175).

Otro estudio, realizado en Australia con 1.659 hombres, resultó que la fragilidad estaba presente en el 9,2% de la muestra. Bajo niveles séricos de 25- hidroxivitamina D y 1,25 dihidroxivitamina D se asociaron de forma

independiente con la fragilidad en los hombres mayores. Esto sugiere que puede haber una serie de diferentes mecanismos biológicos por lo bajo nivel de vitamina D podría contribuir al síndrome de fragilidad. Además, la posibilidad de que la mejoría de los niveles de vitamina D puede influir específicamente en la incidencia y progresión de la fragilidad necesita ser explorada (176).

Otra investigación propone que, programas dirigidos a la consecución de un rango óptimo de suero de 25- hidroxivitamina D (25(OH) D) en los niveles entre 50 y 74,9 nmol/L, pueden tener beneficios para la salud en general a estas concentraciones que considera adecuadas (177).

En una investigación llevada a cabo en Hawaii, sobre una investigación del estado de vitamina D y su relación con el rendimiento físico en las mujeres posmenopáusicas japonesas, obtuvieron que el bajo rendimiento físico pueden estar relacionado con la baja prevalencia de niveles bajos de 25 hidroxivitamina D (178).

En un estudio realizado en una revisión bibliográfica, base de datos PubMed, se buscaron artículos en idiomas ingles relacionado con la vitamina D, obtuvieron como resultado, a pesar de que algunos de los resultados presentados han sido objeto de controversia, en general, la evidencia parece apoyar que el proceso de envejecimiento y la mortalidad están asociados con niveles bajos de vitamina D (179).

Un estudio longitudinal realizado en Ámsterdam, su resultado fue que la baja concentración de 25 (OH) D niveles se asociaron fuertemente con la fragilidad prevalente e incidentes (88).

En un estudio multicéntrico, cinco hospitales en Nueva Zelanda y Australia, 243 mayores frágiles fueron asignados al azar para recibir una dosis única de vitamina D (calciferol 300.000UI) o comprimidos de placebo. Las evaluaciones del rendimiento físico se llevaron a cabo a los 3 y 6 meses después. Los resultados no hubo efecto de la intervención, el suplemento de vitamina D no mejoró el rendimiento físico, incluso en aquellos que eran deficientes de vitamina D (>12ng/ml) Estos hallazgos no apoyan el uso rutinario de estas intervenciones en estas dosis en las personas mayores frágiles (162).

Por otro lado en un estudio con 96 mujeres de edad avanzada, 48 se trataron con dosis diarias de 1.000 UI de ergocalciferol, y las restante recibieron placebo, concluyeron que en el grupo tratado con vitamina D, aumentaron el número relativo y tamaño de las fibras musculares de tipo II con mejoría de la fuerza muscular. De lo anterior se deduce que la vitamina D puede aumentar la fuerza muscular mediante la mejora de la atrofia de las fibras musculares de tipo II, que pueden llevar a la disminución de las caídas y fracturas de cadera (180).

En Chile, un estudio con ancianos con déficit de vitamina D, realizaron un tratamiento durante nueve meses con 400UI más 800 mg de calcio por día al final del seguimiento, se observó una mejora en la densidad y la capacidad funcional, así como una mejora en la velocidad de la marcha (181).

Un estudio realizado en Francia con 739 mujeres mayores con el propósito de determinar si existía una asociación entre los niveles de 25-hidroxivitamina D y la velocidad al caminar. Los resultados muestran que el 90% de los sujetos tenían 25 (OH) D insuficiente, una fuerte asociación positiva (182).

Un estudio realizado en Ámsterdam con 1.234 mayores de 65 años con deficiencia de vitamina D, indicaron que las concentraciones séricas de 25 (OH) D por debajo de 20 ng/ml se asocian con un peor rendimiento físico y una mayor disminución en el rendimiento físico en los hombres y mujeres de más edad (77).

Un estudio realizado durante seis meses de tratamiento con vitamina D (0,5 microg alfalcidol) realizado en el departamento ambulatorio del hospital universitario con 10 mujeres de 70 años con deficiencia de vitamina D (suero de 25 (OH) D₃<20nmol/L condujeron a importantes mejoras (en comparación con el grupo control) en los valores de fuerza de los extensores de la rodilla isométrica, así como dio lugar a un aumento significativo en la distancia a pie de más de 2 minutos. Resumiendo, alfalcidol mejoró la fuerza muscular y la movilidad funcional en las mujeres con déficit de vitamina D, pero no hubo resultado significativo en la prueba de la marcha Timed Up and Go (183).

Como se puede observar en los resultados de los estudios en los que se empleaban dosis de vitamina D >800 UI y 1200 mgr de calcio, demostraron consistentemente efectos beneficiosos sobre la fuerza muscular, velocidad de la marcha y el equilibrio con una menor incidencia de caídas y fracturas (184,185).

Por otro lado, en los estudios dónde las dosis de vitamina D eran <800UI/día siendo las calcio 1200 mgr diarios, no obtenían resultados positivos en cuanto a la disminución de caídas ni mejoras en la masa muscular (163,186).

Nuestro estudio muestra que la vitamina D se relacionó significativamente con el rendimiento físico de los ancianos frágiles, y la

posibilidad de que la corrección de la deficiencia de vitamina D puede mejorar el estado funcional.

5.6. VENTAJAS Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Al tratarse de un ensayo clínico presenta ventajas e inconvenientes propios de los mismos.

Como ventaja principal se encuentra el control en el diseño del estudio, lo que permite minimizar los posibles sesgos.

En primer lugar, se realizó una definición clara y fácilmente cuantificable del objetivo del mismo; valorar la efectividad de la alta dosis de vitamina D sobre el rendimiento físico en ancianos frágiles institucionalizados.

Por otro lado, y para evitar posibles sesgos de selección, se tuvieron en cuenta algunos aspectos. A la hora de elegir a la población de estudio, como criterios de inclusión y exclusión. Para que tanto los pacientes del grupo de intervención como el grupo control tuviesen características lo más parecidos posibles, y así garantizar su comparabilidad, se hizo una aleatorización. Con la aleatorización realizada, se ha conseguido que ambos grupos fuesen semejantes en cuanto a las características socio-demográficas y clínicas de partida, estando por tanto equilibrados los factores pronóstico y/o contundentes entre ambos grupos.

Como limitaciones del presente estudio se puede destacar el tamaño de la muestra. Al ser personas mayores institucionalizadas con numerosos problemas de salud, muchos de los residentes no cumplían con los criterios de inclusión.

Otra limitación que deberían tenerse en cuenta en las futuras investigaciones. Nuestra muestra ha sido seleccionada en una residencia de la población de Salamanca por lo que no son datos representativos de la Provincia de Salamanca y debería ampliar la muestra del estudio para poder realizar una interpretación más generalizada de nuestros resultados.

Los resultados del presente estudio nos permiten además, abrir nuevas líneas de investigación dentro del ámbito de la fragilidad, vitamina D y la debilidad funcional.

6. CONCLUSIONES

6. CONCLUSIONES

1. El empleo de 25 hidroxivitamina D es una intervención segura, de bajo coste y de fácil administración para la prevención y tratamiento del síndrome de fragilidad y posterior evolución a la discapacidad y dependencia en ancianos institucionalizados.
2. El tratamiento con 25 hidroxivitamina D mejora la calidad de vida en ancianos institucionalizados.
3. El tratamiento con 25 hidroxivitamina D posibilitaría la reducción de gastos innecesarios del Sistema Nacional de Salud al prevenir o al menos retrasar la aparición de la dependencia por las repercusiones clínicas sociales y económicas.
4. Finalmente creemos haber aportado datos novedosos que avalan la efectividad del tratamiento con 25 hidroxivitamina D para la mejora del rendimiento físico en ancianos frágiles institucionalizados debido a su comprobado efecto beneficioso en las funciones analizadas.

7. ANEXO

7. ANEXO

ANEXO I: CONSENTIMIENTO INFORMADO DEL PACIENTE

“EFECTO DE LA VITAMINA D SOBRE EL RENDIMIENTO FÍSICO EN ANCIANOS FRÁGILES INSTITUCIONALIZADOS”

(Realización de Posturografía. Medición de la velocidad de la marcha. Funcionalidad Timed “Up and Go”. Medición de fuerza con dinamómetro).

Yo _____

He leído la hoja de información que se me ha entregado.

He podido hacer preguntas sobre el estudio.

He hablado con: _____

Comprendo que mi participación es totalmente voluntaria.

Comprendo que puedo retirarme del estudio:

1. Cuando quiera.
2. Sin tener que dar explicaciones.
3. Sin que esto repercuta en mis cuidados médicos.

Presto libremente mi conformidad para participar en el estudio

Fecha

Firma del paciente

ANEXO II: CONSENTIMIENTO INFORMADO DEL PACIENTE

“EFECTO DE LA VITAMINA D SOBRE EL RENDIMIENTO FÍSICO EN ANCIANOS FRÁGILES INSTITUCIONALIZADOS”

(Administración de 4000UI diaria de vitamina D y 1200 mgr de carbonato cálcico)

Yo _____

He leído la hoja de información que se me ha entregado.

He podido hacer preguntas sobre el estudio.

He hablado con: _____

Comprendo que mi participación es totalmente voluntaria.

Comprendo que puedo retirarme del estudio:

1. Cuando quiera.
2. Sin tener que dar explicaciones.
3. Sin que esto repercuta en mis cuidados médicos.

Presto libremente mi conformidad para participar en el estudio

Fecha

Firma del paciente

ANEXO III: CUADERNO RECOGIDA DE DATOS

“EFECTO DE LA VITAMINA D SOBRE EL RENDIMIENTO FÍSICO EN ANCIANOS FRÁGILES INSTITUCIONALIZADOS”

CUADERNO RECOGIDA DE DATOS

Para rellenar este cuestionario, por favor ponga la respuesta adecuada en la casilla correspondiente

Toda la información que usted aporte con este cuestionario será totalmente confidencial y no será compartida con nadie.

A. INFORMACION GENERAL:

Fecha de nacimiento:

Género: Hombre Mujer

Por favor, responda a las siguientes preguntas acerca de las caídas que usted ha tenido:

1) ¿Ha tenido alguna caída en los últimos 6 meses? (por caída entendemos cuando usted se ha caído al suelo inintencionadamente)

Si No

2) ¿Necesita usted un bastón o andador para caminar?

Si No

Por favor responda a las siguientes cuestiones sobre su estado de salud general:

3) En general, ¿Cómo se siente usted en comparación con otras personas de su edad? (marque solo una respuesta).

- Peor Regular Bien Muy Bien Excelente

4) ¿Toma usted algún tratamiento medico? ¿Alguna medicación?

- Si No

En caso afirmativo, ¿Cuántos fármacos toma? _____

5) ¿Toma usted o sigue habitualmente algún tratamiento, fármaco o suplementos más sin prescripción médica?

- Si No

En caso afirmativo, ¿esta tomando alguno de los siguientes?

Complejo Vitamínico: Si No Nombre:

Vitamina D: Si No Tipo y dosis: _____

Calcio: Si No Tipo y dosis: _____

6) Comparado con otra gente de su edad, ¿Cree que su memoria está?

- Mucho Peor Peor Mas o menos igual Mejor Mucho mejor

- 7) En comparación con usted hace 5 años, piensa que su memoria está...
- Mucho Peor Peor Mas o menos igual Mejor Mucho Mejor

- 8) ¿Ha sido usted diagnosticado o padece alguna de las siguientes patologías?

Diabetes: Si No

Hipertensión: Si No

Enfermedades pulmonares: Si No

(Epoc, insuf. Resp.)

Insuficiencia cardiaca: Si No

Cardiopatía isquêmica: Si No

Osteoartritis: Si No

Osteoporosis: Si No

Cáncer: Si No

Depresión: Si No

Parkinson: Si No

Alteración audición: Si No

Alteración visual: Si No

Anemia: Si No

Alteraciones sueño: Si No

9) ¿Ha padecido alguna enfermedad médica y quirúrgica que le haya dejado secuelas para poder caminar sin ningún tipo de dificultad?

(Cirugía de caderas, extremidades inferiores, pies, columna,...)

(Osteoporosis, aplastamiento vertebrales, deformidades en pies,...)

Por favor, responda a las siguientes cuestiones acerca de su actividad diaria en general:

10) ¿Camina menos de 30 minutos al día de forma continuada? Si No

11) ¿Permanece sentado la mayor parte del día? Si No

12) ¿Cuál de las siguientes opciones describe mejor su nivel de actividad física?

Vigorosamente activa, al menos 30 minutos al día, tres veces por semana (ejercicio programado, caminar, tai Chi, natación,...)

Moderadamente activa, al menos 3 veces por semana (jardinería, pasear, tareas de la casa,...)

Poco activa, realizando actividades más sedentarias (leer, jugar a las cartas, ver la TV,...)

13) Comparado con gente de su edad, usted piensa que es:

- Mucho menos activo/a
- Menos activo/a
- Más o menos igual de activo/a
- Mas activo/a
- Mucho más activo/a

14) En relación a su capacidad para realizar las actividades o tareas diarias, responda la opción más apropiada o que más se corresponda con la realidad:

Actividad	No necesito ayuda o no tengo dificultad	Tengo alguna dificultad pero no necesito ayuda	Necesito ayuda muchas veces porque tengo dificultad
Caminar en el domicilio	0	1	2
Baño	0	1	2
Vestirme prendas de arriba	0	1	2
Vestirme prendas de abajo	0	1	2
Traslados cama-sillón	0	1	2
Aseo	0	1	2
Comer	0	1	2

B- NIVEL DE ENERGIA. CAMBIOS EN EL PESO

15) ¿Cuál de las siguientes opciones describe mejor su “Nivel de energía habitual”?

(marque solo una opción)

- Bajo Moderado Alto

16) ¿Cuántas veces durante las pasadas cuatro semanas se ha sentido usted “lleno de energía”?

- Todo el tiempo La mitad del tiempo Casi nunca

17) Durante los meses pasados:

¿Ha sentido que todo lo que hacia le costaba un esfuerzo mayor? Si No

¿Ha sentido que no podía más en alguna ocasión? Si No

¿ Se siente de forma cotidiana sin energía) Si No

18) ¿Ha perdido peso inintencionadamente en el pasado año?

Nada

1-5 Kg.

5-10 Kg.

> 10 Kg.

19) ¿Tiene dificultad para levantarse de la silla sin ayuda de los brazos?

Si

No

C- PRUEBAS DE RENDIMIENTO FÍSICO

20) TEST DE LOS 10 METROS PARA MEDICIÓN DE LA VELOCIDAD DE LA MARCHA:

1 Intento: _____

2 Intento: _____

3 Intento: _____

21) DINAMÓMETRO PARA LA MEDICIÓN DE LA FUERZA MUSCULAR:

MANO	DERECHA	IZQUIERDA
1 INTENTO		
2 INTENTO		
3 INTENTO		

21) EVALUACIÓN DEL EQUILIBRIO:

- PRUEBA TIMED "UP AND GO"

1 Intento: _____

2 Intento: _____

3 Intento: _____

- POSTUROGRAFIA MEDIANTE LA PLATAFORMA PORTÁTIL ACCUGAIT

8. BIBLIOGRAFÍA

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Cooperativa SA. Un perfil de las personas mayores en España, 2014 (Indicadores estadísticos básicos) [Internet]. SIENA Asociación Cooperativa. [citado 13 de noviembre de 2014]. Recuperado a partir de: <http://sienacoop.org/2014/02/18/un-per%ef%ac%811-de-las-personas-mayores-en-espana-2014-indicadores-estadisticos-basicos/>
2. Walston J, Hadley EC, Ferrucci L, Guralnik JM, Newman AB, Studenski SA, et al. Research agenda for frailty in older adults: toward a better understanding of physiology and etiology: summary from the American Geriatrics Society/National Institute on Aging Research Conference on Frailty in Older Adults. *J Am Geriatr Soc.* junio de 2006;54(6):991-1001.
3. Ortuño RR, Pérez FF. ¿Fortaleza o fragilidad?, ¿importa la edad?: nuevos horizontes en geriatría. *Rev Esp Geriatría Gerontol Organo Of Soc Esp Geriatría Gerontol.* 2013;48(5):207-8.
4. Corzo H, Hernández-Mocholí MA, Triviño-Amigo N, Delgado S, Olivares PR, Adsuar-Sala JC. Fiabilidad de la prueba Fall Risk de la plataforma Biodex Balance System® en las personas mayores institucionalizadas con miedo a caerse mediante test-retest de 12 semanas. *Rehabilitación.* abril de 2013;47(2):64-70.
5. Bischoff-Ferrari HA, Giovannucci E, Willett WC, Dietrich T, Dawson-Hughes B. Estimation of optimal serum concentrations of 25-hydroxyvitamin D for multiple health outcomes. *Am J Clin Nutr.* 7 de enero de 2006;84(1):18-28.
6. Williams GN, Higgins MJ, Lewek MD. Aging Skeletal Muscle: Physiologic Changes and the Effects of Training. *Phys Ther.* 1 de enero de 2002;82(1):62-8.
7. Kent-Braun JA, Ng AV. Specific strength and voluntary muscle activation in young and elderly women and men. *J Appl Physiol.* 1 de julio de 1999;87(1):22-9.
8. Kent-Braun JA, Ng AV, Young K. Skeletal muscle contractile and noncontractile components in young and older women and men. *J Appl Physiol.* 1 de febrero de 2000;88(2):662-8.
9. Frontera WR, Hughes VA, Fielding RA, Fiatarone MA, Evans WJ, Roubenoff R. Aging of skeletal muscle: a 12-yr longitudinal study. *J Appl Physiol.* 1 de abril de 2000;88(4):1321-6.
10. Evans WJ. Skeletal muscle loss: cachexia, sarcopenia, and inactivity. *Am J Clin Nutr.* 1 de abril de 2010;91(4):1123S - 1127S.

11. Fiatarone MA, O'Neill EF, Ryan ND, Clements KM, Solares GR, Nelson ME, et al. Exercise Training and Nutritional Supplementation for Physical Frailty in Very Elderly People. *N Engl J Med.* 23 de junio de 1994;330(25):1769-75.
12. Vandervoort AA, McComas AJ. Contractile changes in opposing muscles of the human ankle joint with aging. *J Appl Physiol.* 1 de julio de 1986;61(1):361-7.
13. Roos MR, Rice CL, Connelly DM, Vandervoort AA. Quadriceps muscle strength, contractile properties, and motor unit firing rates in young and old men. *Muscle Nerve.* 1 de agosto de 1999;22(8):1094-103.
14. Borst SE. Interventions for sarcopenia and muscle weakness in older people. *Age Ageing.* 11 de enero de 2004;33(6):548-55.
15. Harries UJ, Bassey EJ. Torque-velocity relationships for the knee extensors in women in their 3rd and 7th decades. *Eur J Appl Physiol.* 1 de mayo de 1990;60(3):187-90.
16. Deschenes DMR. Effects of Aging on Muscle Fibre Type and Size. *Sports Med.* 1 de octubre de 2004;34(12):809-24.
17. Janssen I, Heymsfield SB, Ross R. Low Relative Skeletal Muscle Mass (Sarcopenia) in Older Persons Is Associated with Functional Impairment and Physical Disability. *J Am Geriatr Soc.* 1 de mayo de 2002;50(5):889-96.
18. Suetta C, Aagaard P, Magnusson SP, Andersen LL, Sipilä S, Rosted A, et al. Muscle size, neuromuscular activation, and rapid force characteristics in elderly men and women: effects of unilateral long-term disuse due to hip-osteoarthritis. *J Appl Physiol.* 1 de marzo de 2007;102(3):942-8.
19. Akima H, Kano Y, Enomoto Y, Ishizu M, Okada M, Oishi Y, et al. Muscle function in 164 men and women aged 20-84 yr. *Med Sci Sports Exerc.* febrero de 2001;220-6.
20. Cannon J, Kay D, Tarpinning KM, Marino FE. Comparative effects of resistance training on peak isometric torque, muscle hypertrophy, voluntary activation and surface EMG between young and elderly women. *Clin Physiol Funct Imaging.* 1 de marzo de 2007;27(2):91-100.
21. Häkkinen K, Pastinen UM, Karsikas R, Linnamo V. Neuromuscular performance in voluntary bilateral and unilateral contraction and during electrical stimulation in men at different ages. *Eur J Appl Physiol.* 1995;70(6):518-27.
22. Fleg JL, Lakatta EG. Role of muscle loss in the age-associated reduction in VO₂ max. *J Appl Physiol Bethesda Md* 1985. septiembre de 1988;65(3):1147-51.
23. Vandervoort AA, Hayes KC. Plantarflexor muscle function in young and elderly women. *Eur J Appl Physiol.* 1989;58(4):389-94.
24. Montero-Odasso M, Duque G. Vitamin D in the aging musculoskeletal system: an authentic strength preserving hormone. *Mol Asp Med.* junio de 2005;26(3):203-19.

25. Dhesi JK, Jackson SHD, Bearne LM, Moniz C, Hurley MV, Swift CG, et al. Vitamin D supplementation improves neuromuscular function in older people who fall. *Age Ageing*. noviembre de 2004;33(6):589-95.
26. Janssen HCJP, Samson MM, Verhaar HJJ. Vitamin D deficiency, muscle function, and falls in elderly people. *Am J Clin Nutr*. abril de 2002;75(4):611-5.
27. Iannuzzi-Sucich M, Prestwood KM, Kenny AM. Prevalence of Sarcopenia and Predictors of Skeletal Muscle Mass in Healthy, Older Men and Women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 12 de enero de 2002;57(12):M772-7.
28. Doherty TJ. Invited Review: Aging and sarcopenia. *J Appl Physiol*. 1 de octubre de 2003;95(4):1717-27.
29. Stålberg E, Fawcett PR. Macro EMG in healthy subjects of different ages. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. octubre de 1982;45(10):870-8.
30. Baumgartner RN, Koehler KM, Gallagher D, Romero L, Heymsfield SB, Ross RR, et al. Epidemiology of Sarcopenia among the Elderly in New Mexico. *Am J Epidemiol*. 15 de abril de 1998;147(8):755-63.
31. Janssen I, Shepard DS, Katzmarzyk PT, Roubenoff R. The Healthcare Costs of Sarcopenia in the United States. *J Am Geriatr Soc*. 1 de enero de 2004;52(1):80-5.
32. Rosenberg IH. Summary comments. *Am J Clin Nutr*. 11 de enero de 1989;50(5):1231-3.
33. Rosenberg IH. Sarcopenia: Origins and Clinical Relevance. *J Nutr*. 5 de enero de 1997;127(5):990S - 991S.
34. Evans WJ. What Is Sarcopenia? *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 1 de noviembre de 1995;50A(Special):5-8.
35. Rolland Y, Czerwinski S, Abellan Van Kan G, Morley JE, Cesari M, Onder G, et al. Sarcopenia: its assessment, etiology, pathogenesis, consequences and future perspectives. *J Nutr Health Aging*. septiembre de 2008;12(7):433-50.
36. Bassey EJ, Fiatarone MA, O'Neill EF, Kelly M, Evans WJ, Lipsitz LA. Leg extensor power and functional performance in very old men and women. *Clin Sci Lond Engl 1979*. marzo de 1992;82(3):321-7.
37. Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing*. 13 de abril de 2010;afq034.
38. Visser M, Deeg DJH, Lips P, Longitudinal Aging Study Amsterdam. Low vitamin D and high parathyroid hormone levels as determinants of loss of muscle strength and muscle mass (sarcopenia): the Longitudinal Aging Study Amsterdam. *J Clin Endocrinol Metab*. diciembre de 2003;88(12):5766-72.

39. Ohta H, Kuroda T, Onoe Y, Orito S, Ohara M, Kume M, et al. The impact of lifestyle factors on serum 25-hydroxyvitamin D levels: a cross-sectional study in Japanese women aged 19-25 years. *J Bone Min Metab.* 2009;27(6):682-8.
40. Rolland Y, Dupuy C, Abellan van Kan G, Gillette S, Vellas B. Treatment strategies for sarcopenia and frailty. *Med Clin North Am.* mayo de 2011;95(3):427-38, ix.
41. Fried LP, Tangen CM, Walston J, Newman AB, Hirsch C, Gottdiener J, et al. Frailty in Older Adults Evidence for a Phenotype. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 3 de enero de 2001;56(3):M146-57.
42. Campbell AJ, Buchner DM. Unstable disability and the fluctuations of frailty. *Age Ageing.* julio de 1997;26(4):315-8.
43. Espinoza S, Walston JD. Frailty in older adults: insights and interventions. *Cleve Clin J Med.* diciembre de 2005;72(12):1105-12.
44. Abizanda Soler P. Actualización en fragilidad. *Rev Esp Geriátria Gerontol.* marzo de 2010;45(2):106-10.
45. Lafont C, Gérard S, Voisin T, Pahor M, Vellas B, Force T members of IAGG/AMPAT. Reducing «iatrogenic disability» in the hospitalized frail elderly. *J Nutr Health Aging.* 1 de octubre de 2011;15(8):645-60.
46. Van Kan GA, Rolland Y, Houles M, Gillette-Guyonnet S, Soto M, Vellas B. The Assessment of Frailty in Older Adults. *Clin Geriatr Med.* mayo de 2010;26(2):275-86.
47. Fried LP, Xue Q-L, Cappola AR, Ferrucci L, Chaves P, Varadhan R, et al. Nonlinear Multisystem Physiological Dysregulation Associated With Frailty in Older Women: Implications for Etiology and Treatment. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 1 de enero de 2009;glp076.
48. Guralnik JM, Fried LP, Simonsick EM, Kasper JD, Lafferty ME. *The Women's Health and Aging Study: Health and Social Characteristics of Older Women With Disability.* DIANE Publishing; 1995. 407 p.
49. Rockwood K, Stadnyk K, MacKnight C, McDowell I, Hébert R, Hogan DB. A brief clinical instrument to classify frailty in elderly people. *The Lancet.* enero de 1999;353(9148):205-6.
50. Rockwood K, Mitnitski AB, MacKnight C. Some mathematical models of frailty and their clinical implications. *Rev Clin Gerontol.* mayo de 2002;12(02):109-17.
51. Rockwood K. Frailty and Its Definition: A Worthy Challenge. *J Am Geriatr Soc.* 1 de junio de 2005;53(6):1069-70.
52. Rockwood K, Song X, MacKnight C, Bergman H, Hogan DB, McDowell I, et al. A global clinical measure of fitness and frailty in elderly people. *Can Med Assoc J.* 30 de agosto de 2005;173(5):489-95.

53. Rockwood K, Mitnitski A. Frailty in Relation to the Accumulation of Deficits. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 7 de enero de 2007;62(7):722-7.
54. A Paw MJMC, Dekker JM, Feskens EJM, Schouten EG, Kromhout D. How to Select a Frail Elderly Population? A Comparison of Three Working Definitions. *J Clin Epidemiol*. noviembre de 1999;52(11):1015-21.
55. Studenski S, Hayes RP, Leibowitz RQ, Bode R, Lavery L, Walston J, et al. Clinical Global Impression of Change in Physical Frailty: Development of a Measure Based on Clinical Judgment. *J Am Geriatr Soc*. 1 de septiembre de 2004;52(9):1560-6.
56. Mitnitski AB, Mogilner AJ, MacKnight C, Rockwood K. The mortality rate as a function of accumulated deficits in a frailty index. *Mech Ageing Dev*. septiembre de 2002;123(11):1457-60.
57. Ravaglia G, Forti P, Lucicesare A, Pisacane N, Rietti E, Patterson C. Development of an easy prognostic score for frailty outcomes in the aged. *Age Ageing*. 3 de enero de 2008;37(2):161-6.
58. Fried LP, Borhani NO, Enright P, Furberg CD, Gardin JM, Kronmal RA, et al. The Cardiovascular Health Study: design and rationale. *Ann Epidemiol*. febrero de 1991;1(3):263-76.
59. Bergman H, Ferrucci L, Guralnik J, Hogan DB, Hummel S, Karunanathan S, et al. Frailty: An Emerging Research and Clinical Paradigm—Issues and Controversies. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 7 de enero de 2007;62(7):731-7.
60. Whitson HE, Purser JL, Cohen HJ. Frailty Thy Name Is ... Phrailty? *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 7 de enero de 2007;62(7):728-30.
61. Kan GAV, Rolland Y, Bergman H, Morley JE, Kritchevsky SB, Vellas B, et al. The I.A.N.A. task force on frailty assessment of older people in clinical practice. *J Nutr Health Aging*. 1 de enero de 2008;12(1):29-37.
62. Garrido M, Serrano MD, Bartolomé R, Martínez-Vizcaíno V. Diferencias en la expresión del síndrome de fragilidad en varones y mujeres mayores institucionalizados sin deterioro cognitivo grave. *Rev Esp Geriatria Gerontol*. noviembre de 2012;47(6):247-53.
63. Subra J, Gillette-Guyonnet S, Cesari M, Oustric S, Vellas B. The integration of frailty into clinical practice: preliminary results from the Gerontopole. *J Nutr Health Aging*. agosto de 2012;16(8):714-20.
64. Ruiz M, Cefalu C, Reske T. Frailty syndrome in geriatric medicine. *Am J Med Sci*. noviembre de 2012;344(5):395-8.
65. Rodríguez-Mañas L, Féart C, Mann G, Viña J, Chatterji S, Chodzko-Zajko W, et al. Searching for an Operational Definition of Frailty: A Delphi Method Based Consensus Statement. The Frailty Operative Definition-Consensus Conference Project. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 1 de enero de 2013;68(1):62-7.

66. Shardell M, D'Adamo C, Alley DE, Miller RR, Hicks GE, Milaneschi Y, et al. Serum 25-hydroxyvitamin D, transitions between frailty states, and mortality in older adults: the Invecchiare in Chianti Study. *J Am Geriatr Soc.* febrero de 2012;60(2):256-64.
67. Okuro M, Morimoto S. [Vitamin D in relation to frailty and locomotive syndrome]. *Clin Calcium.* abril de 2012;22(4):81-8.
68. Bernal Pérez M, Cortés Flores G, Giner Soria A, Orden Gonzalo I, Horno Pérez M, Benedicto Lorenzo I. ¿Ha mejorado la dotación de vitamina D3 en España? Actuales niveles en una muestra de la población. *Rev Esp Geriatria Gerontol.* enero de 2010;45(1):15-8.
69. Hossein-nezhad A, Spira A, Holick MF. Influence of Vitamin D Status and Vitamin D3 Supplementation on Genome Wide Expression of White Blood Cells: A Randomized Double-Blind Clinical Trial. *PLoS ONE.* 20 de marzo de 2013;8(3):e58725.
70. Hirani V, Naganathan V, Cumming RG, Blyth F, Le Couteur DG, Handelsman DJ, et al. Associations between frailty and serum 25-hydroxyvitamin D and 1,25-dihydroxyvitamin D concentrations in older Australian men: the Concord Health and Ageing in Men Project. *J Gerontol Biol Sci Med Sci.* septiembre de 2013;68(9):1112-21.
71. Boland R. Role of vitamin D in skeletal muscle function. *Endocr Rev.* noviembre de 1986;7(4):434-48.
72. Bischoff HA, Borchers M, Gudat F, Duermueller U, Theiler R, Stähelin HB, et al. In Situ Detection of 1,25-dihydroxyvitamin D Receptor In human Skeletal Muscle Tissue. *Histochem J.* 1 de enero de 2001;33(1):19-24.
73. Ceglia L, da Silva Morais M, Park LK, Morris E, Harris SS, Bischoff-Ferrari HA, et al. Multi-step immunofluorescent analysis of vitamin D receptor loci and myosin heavy chain isoforms in human skeletal muscle. *J Mol Histol.* abril de 2010;41(2-3):137-42.
74. Bischoff-Ferrari HA. Relevance of vitamin D in muscle health. *Rev Endocr Metab Disord.* marzo de 2012;13(1):71-7.
75. Bischoff-Ferrari HA, Borchers M, Gudat F, Dürmüller U, Stähelin HB, Dick W. Vitamin D receptor expression in human muscle tissue decreases with age. *J Bone Miner Res Off J Am Soc Bone Miner Res.* febrero de 2004;19(2):265-9.
76. Glerup H, Mikkelsen K, Poulsen L, Hass E, Overbeck S, Andersen H, et al. Hypovitaminosis D myopathy without biochemical signs of osteomalacic bone involvement. *Calcif Tissue Int.* junio de 2000;66(6):419-24.
77. Wicherts IS, van Schoor NM, Boeke AJP, Visser M, Deeg DJH, Smit J, et al. Vitamin D status predicts physical performance and its decline in older persons. *J Clin Endocrinol Metab.* junio de 2007;92(6):2058-65.

78. Abizanda Soler P, López Torres Hidalgo J, Romero Rizos L, López Jiménez M, Sánchez Jurado PM, Atienzar Núñez P, et al. Fragilidad y dependencia en Albacete (estudio FRADEA): razonamiento, diseño y metodología. *Frailty Depend Albacete FRADEA Study Reason Des Methodol.* 2011;46(2):81-8.
79. Holick MF. Vitamin D Deficiency. *N Engl J Med.* 19 de julio de 2007;357(3):266-81.
80. Holick DMF. Optimal Vitamin D Status for the Prevention and Treatment of Osteoporosis. *Drugs Aging.* 1 de diciembre de 2007;24(12):1017-29.
81. Dawson-Hughes B, Heaney RP, Holick MF, Lips P, Meunier PJ, Vieth R. Estimates of optimal vitamin D status. *Osteoporos Int J Establ Result Coop Eur Found Osteoporos Natl Osteoporos Found USA.* julio de 2005;16(7):713-6.
82. Bischoff-Ferrari HA, Dawson-Hughes B, Willett WC, Staehelin HB, Bazemore MG, Zee RY, et al. Effect of Vitamin D on falls: a meta-analysis. *JAMA.* 28 de abril de 2004;291(16):1999-2006.
83. Holick MF, Binkley NC, Bischoff-Ferrari HA, Gordon CM, Hanley DA, Heaney RP, et al. Guidelines for preventing and treating vitamin D deficiency and insufficiency revisited. *J Clin Endocrinol Metab.* abril de 2012;97(4):1153-8.
84. Hossein-nezhad A, Holick MF. Vitamin D for Health: A Global Perspective. *Mayo Clin Proc.* julio de 2013;88(7):720-55.
85. Maranon E, Omonte J, Alvarez ML, Serra JA. [Vitamin D and fractures in the elderly]. *Rev Esp Geriatr Gerontol.* mayo de 2011;46(3):151-62.
86. Gómez de Tejada Romero MJ, Sosa Henríquez M, del Pino Montes J, Jodar Gimeno E, Quesada Gómez JM, Cancelo Hidalgo MJ, et al. Documento de posición sobre las necesidades y niveles óptimos de vitamina D Sociedad Española de Investigación Ósea y del Metabolismo Mineral (SEIOMM) y Sociedades afines. *Rev Osteoporos Metab Miner.* 2011;3(1):53-64.
87. Vaqueiro M, Lluïsa Baré M, Anton E, Andreu E, Gimeno C. Valoración del umbral óptimo de vitamina D en la población mayor de 64 años. *Med Clínica.* noviembre de 2006;127(17):648-50.
88. Puts MT, Visser M, Twisk JW, Deeg DJ, Lips P. Endocrine and inflammatory markers as predictors of frailty. *Clin Endocrinol Oxf.* octubre de 2005;63(4):403-11.
89. Allain TJ, Dhesi J. Hypovitaminosis D in older adults. *Gerontology.* octubre de 2003;49(5):273-8.
90. Schottker B, Saum KU, Perna L, Ordonez-Mena JM, Holleczeck B, Brenner H. Is vitamin D deficiency a cause of increased morbidity and mortality at older age or simply an indicator of poor health? *Eur J Epidemiol.* marzo de 2014;29(3):199-210.

91. Mateo-Pascual C, Julián-Viñals R, Alarcón-Alarcón T, Castell-Alcalá MV, Iturzaeta-Sánchez JM, Otero-Piñe A. Déficit de vitamina D en una cohorte de mayores de 65 años: prevalencia y asociación con factores sociodemográficos y de salud. *Rev Esp Geriatria Gerontol.* septiembre de 2014;49(5):210-6.
92. Holick MF. The vitamin D deficiency pandemic and consequences for nonskeletal health: Mechanisms of action. *Mol Aspects Med.* diciembre de 2008;29(6):361-8.
93. Shardell M, Hicks GE, Miller RR, Kritchevsky S, Andersen D, Bandinelli S, et al. Association of low vitamin D levels with the frailty syndrome in men and women. *J Gerontol Biol Sci Med Sci.* enero de 2009;64(1):69-75.
94. Muir SW, Montero-Odasso M. Effect of vitamin D supplementation on muscle strength, gait and balance in older adults: a systematic review and meta-analysis. *J Am Geriatr Soc.* diciembre de 2011;59(12):2291-300.
95. Ribera Casado JM. [Vitamin D. A geriatric updated perspective]. *An R Acad Nac Med (Madr).* 2012;129(1):319-40; discussion 340-1.
96. Cherniack EP, Florez HJ, Troen BR. Emerging therapies to treat frailty syndrome in the elderly. *Altern Med Rev.* septiembre de 2007;12(3):246-58.
97. Bertsch T, Alber B, Bauer JM. [Laboratory tests in the elderly and their relationship with frailty]. *Ther Umsch.* agosto de 2008;65(8):431-5.
98. Thacher TD, Clarke BL. Vitamin D Insufficiency. *Mayo Clin Proc.* enero de 2011;86(1):50-60.
99. Vieth R. Why the optimal requirement for Vitamin D3 is probably much higher than what is officially recommended for adults. *J Steroid Biochem Mol Biol.* mayo de 2004;89-90(1-5):575-9.
100. Pedrosa MAC, Castro ML. Role of vitamin D in the neuro-muscular function. *Arq Bras Endocrinol Amp Metabol.* agosto de 2005;49(4):495-502.
101. Girgis CM, Clifton-Bligh RJ, Hamrick MW, Holick MF, Gunton JE. The roles of vitamin D in skeletal muscle: form, function, and metabolism. *Endocr Rev.* febrero de 2013;34(1):33-83.
102. Humphreys BK. Cervical Outcome Measures: Testing for Postural Stability and Balance. *J Manipulative Physiol Ther.* 1 de septiembre de 2008;31(7):540-6.
103. Marrero RCM, Rull IM, Cunillera MP. Biomecánica clínica de los tejidos y las articulaciones del aparato locomotor. Elsevier España; 2005. 404 p.
104. Lecciones básicas de biomecánica del aparato locomotor. A. Viladot. Masson - Librería Tirant Lo Blanch [Internet]. [citado 16 de diciembre de 2014]. Recuperado a partir de: <http://www.tirant.com/derecho/libro/lecciones-basicas-de-biomecanica-del-aparato-locomotor-9788445814710>

105. Principios de Neurociencias de Kandel [Internet]. El Psicoasesor. [citado 16 de diciembre de 2014]. Recuperado a partir de: <http://elpsicoasesor.com/principios-de-neurociencias-de-kandel/>
106. BASES BIOLÓGICAS Y FISIOLÓGICAS DEL MOVIMIENTO HUMANO - MANUEL GUILLEN DEL CASTILLO, comprar el libro [Internet]. [citado 16 de diciembre de 2014]. Recuperado a partir de: <http://www.casadellibro.com/libro-bases-biologicas-y-fisiologicas-del-movimiento-humano/9788479037055/858869>
107. Izquierdo M, Redín MI. Biomecánica y Bases Neuromusculares de la Actividad Física y el Deporte / Biomechanics and Neuromuscular Bases of Physical Activity and Sport. Ed. Médica Panamericana; 2008. 796 p.
108. Fundamentos Del Movimiento Humano por Alobency [Internet]. Buenas Tareas. [citado 17 de diciembre de 2014]. Recuperado a partir de: <http://www.buenastareas.com/ensayos/Fundamentos-Del-Movimiento-Humano/7347347.html>
109. Gagey P-M, Weber B. Posturología: regulación y alteraciones de la bipedestación. Elsevier España; 2001. 178 p.
110. Winter DA, Patla AE, Frank JS. Assessment of balance control in humans. Med Prog Technol. mayo de 1990;16(1-2):31-51.
111. SL WWWS. LIBERACION MIOFASCIAL O INDUCCION MIOFASCIAL | Rehabilitacion premium Madrid [Internet]. 2013 [citado 17 de diciembre de 2014]. Recuperado a partir de: <http://www.rehabilitacionpremiummadrid.com/blog/patricia-gomez-rey/liberacion-miofascial-o-induccion-miofascial>
112. Bienfait M. BASES FISIOLÓGICAS DE LA TERAPIA MANUAL Y DE LA OSTEOPATÍA. Editorial Paidotribo; 1997. 258 p.
113. Deliagina TG, Zelenin PV, Beloozerova IN, Orlovsky GN. Nervous mechanisms controlling body posture. Physiol Behav. 10 de septiembre de 2007;92(1-2):148-54.
114. Hsu Y-S, Kuan C-C, Young Y-H. Assessing the development of balance function in children using stabilometry. Int J Pediatr Otorhinolaryngol. mayo de 2009;73(5):737-40.
115. Dustman RE, Ruhling RO, Russell EM, Shearer DE, Bonekat HW, Shigeoka JW, et al. Aerobic exercise training and improved neuropsychological function of older individuals. Neurobiol Aging. 1984;5(1):35-42.
116. Wolf SL, Barnhart HX, Kutner NG, McNeely E, Coogler C, Xu T. Reducing frailty and falls in older persons: an investigation of Tai Chi and computerized balance training. Atlanta FICSIT Group. Frailty and Injuries: Cooperative Studies of Intervention Techniques. J Am Geriatr Soc. mayo de 1996;44(5):489-97.

117. Woollacott MH, Shumway-Cook A, Nashner LM. Aging and Posture Control: Changes in Sensory Organization and Muscular Coordination. *Int J Aging Hum Dev.* 1 de enero de 1986;23(2):97-114.
118. Warren WH, Blackwell AW, Morris MW. Age Differences in Perceiving the Direction of Self-Motion From Optical Flow. *J Gerontol.* 9 de enero de 1989;44(5):P147-53.
119. Tohgi H, Tsukagoshi H, Toyokura Y. Quantitative changes with age in normal sural nerves. *Acta Neuropathol (Berl).* 1 de enero de 1977;38(3):213-20.
120. Podsiadlo D, Richardson S. The timed «Up & Go»: a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc.* febrero de 1991;39(2):142-8.
121. Tinetti ME, Baker DI, McAvay G, Claus EB, Garrett P, Gottschalk M, et al. A Multifactorial Intervention to Reduce the Risk of Falling among Elderly People Living in the Community. *N Engl J Med.* 29 de septiembre de 1994;331(13):821-7.
122. Odasso MM. Trastornos de la marcha como predictores precoces de discapacidad y fragilidad. 2009;73-88.
123. Studenski S, Perera S, Patel K, et al. Gait speed and survival in older adults. *JAMA.* 5 de enero de 2011;305(1):50-8.
124. Luis Varela Pinedo PJOS. [Gait speed as an indicator of fragility in community-dwelling elders in Lima, Peru]. *Rev Esp Geriátría Gerontol.* 2010;45(1):22-5.
125. Afilalo J. Frailty in Patients with Cardiovascular Disease: Why, When, and How to Measure. *Curr Cardiovasc Risk Rep.* octubre de 2011;5(5):467-72.
126. Rousseau JH, Kleppinger A, Kenny AM. Self-reported dietary intake of omega-3 fatty acids and association with bone and lower extremity function. *J Am Geriatr Soc.* octubre de 2009;57(10):1781-8.
127. Saüch G, Balcells MC, Hileno R. Valorar la capacidad de equilibrio en la tercera edad. *Retos Nuevas Tend En Educ Física Deporte Recreación.* 2013;(23):48-50.
128. Peydro de Moya MF, Baydal Bertomeu JM, Vivas Broseta MJ. Evaluación y rehabilitación del equilibrio mediante posturografía. *Rehabilitación.* enero de 2005;39(6):315-23.
129. Lazcano-Ponce E, Salazar-Martínez E, Gutiérrez-Castrellón P, Angeles-Llerenas A, Hernández-Garduño A, Viramontes JL. [Randomized clinical trials: variants, randomization methods, analysis, ethical issues and regulations]. *Salud Pública México.* diciembre de 2004;46(6):559-84.
130. METODOS DE INVESTIGACION CLINICA Y EPIDEMIOLOGICA (4ª ED.) - JOSEP M^a ARGIMON PALLAS, comprar el libro [Internet]. [citado 14 de diciembre de 2014]. Recuperado a partir de: <http://www.casadellibro.com/libro-metodos-de-investigacion-clinica-y-epidemiologica-4-ed/9788480869416/2033037>

131. Avila-Funes JA, Helmer C, Amieva H, Barberger-Gateau P, Le Goff M, Ritchie K, et al. Frailty among community-dwelling elderly people in France: the three-city study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. octubre de 2008;63(10):1089-96.
132. Fernandez-Bolaños M, Otero A, Zunzunegui MV, Beland F, Alarcón T, de Hoyos C, et al. Sex differences in the prevalence of frailty in a population aged 75 and older in Spain. *J Am Geriatr Soc*. diciembre de 2008;56(12):2370-1.
133. Castell Alcalá MV, Otero Puime Á, Sánchez Santos MT, Garrido Barral A, González Montalvo JI, Zunzunegui MV. Prevalencia de fragilidad en una población urbana de mayores de 65 años y su relación con comorbilidad y discapacidad. *Aten Primaria*. octubre de 2010;42(10):520-7.
134. Jurschik Giménez P, Escobar Bravo MA, Nuín Orrio C, Botigué Satorra T. Criterios de fragilidad del adulto mayor. Estudio piloto. *Frailty Criteria Elder Pilot Study*. 2011;43(4):190-6.
135. Santos-Eggimann B, Cuénoud P, Spagnoli J, Junod J. Prevalence of frailty in middle-aged and older community-dwelling Europeans living in 10 countries. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. junio de 2009;64(6):675-81.
136. Woods NF, LaCroix AZ, Gray SL, Aragaki A, Cochrane BB, Brunner RL, et al. Frailty: emergence and consequences in women aged 65 and older in the Women's Health Initiative Observational Study. *J Am Geriatr Soc*. agosto de 2005;53(8):1321-30.
137. Ottenbacher KJ, Ostir GV, Peek MK, Snih SA, Raji MA, Markides KS. Frailty in older Mexican Americans. *J Am Geriatr Soc*. septiembre de 2005;53(9):1524-31.
138. Syddall H, Roberts HC, Evandrou M, Cooper C, Bergman H, Aihie Sayer A. Prevalence and correlates of frailty among community-dwelling older men and women: findings from the Hertfordshire Cohort Study. *Age Ageing*. marzo de 2010;39(2):197-203.
139. Puts MTE, Lips P, Deeg DJH. Sex differences in the risk of frailty for mortality independent of disability and chronic diseases. *J Am Geriatr Soc*. enero de 2005;53(1):40-7.
140. Chen CY, Wu SC, Chen LJ, Lue BH. The prevalence of subjective frailty and factors associated with frailty in Taiwan. *Arch Gerontol Geriatr*. febrero de 2010;50 Suppl 1:S43-7.
141. Fillit H, Butler RN. The frailty identity crisis. *J Am Geriatr Soc*. febrero de 2009;57(2):348-52.
142. Fried LP, Ferrucci L, Darer J, Williamson JD, Anderson G. Untangling the concepts of disability, frailty, and comorbidity: implications for improved targeting and care. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. marzo de 2004;59(3):255-63.
143. Topinková E. Aging, disability and frailty. *Ann Nutr Metab*. 2008;52 Suppl 1:6-11.

144. Freiheit EA, Hogan DB, Strain LA, Schmaltz HN, Patten SB, Eliasziw M, et al. Operationalizing frailty among older residents of assisted living facilities. *BMC Geriatr.* 13 de mayo de 2011;11(1):23.
145. Tappen RM, Roach KE, Applegate EB, Stowell P. Effect of a Combined Walking and Conversation Intervention on Functional Mobility of Nursing Home Residents With Alzheimer Disease. *Alzheimer Dis Assoc Disord.* 2000;14(4):196-201.
146. Rolland Y, Pillard F, Klapouszczak A, Reynish E, Thomas D, Andrieu S, et al. Exercise program for nursing home residents with Alzheimer's disease: a 1-year randomized, controlled trial. *J Am Geriatr Soc.* febrero de 2007;55(2):158-65.
147. Netz Y, Axelrad S, Argov E. Group physical activity for demented older adults feasibility and effectiveness. *Clin Rehabil.* noviembre de 2007;21(11):977-86.
148. Christofolletti G, Mércia Oliani M, Gobbi S, Stella F, Bucken Gobbi LT, del Rosario Sánchez Arias M. El tratamiento fisioterapéutico ¿es efectivo en el mantenimiento físico y en la reducción del declive cognitivo de las demencias? *Rev Iberoam Fisioter Kinesiol.* enero de 2008;11(1):11-6.
149. Chang S-H, Chen C-Y, Shen S-H, Chiou J-H. The effectiveness of an exercise programme for elders with dementia in a Taiwanese day-care centre. *Int J Nurs Pract.* junio de 2011;17(3):213-20.
150. Toulotte C, Fabre C, Dangremont B, Lensel G, Thévenon A. Effects of physical training on the physical capacity of frail, demented patients with a history of falling: a randomised controlled trial. *Age Ageing.* enero de 2003;32(1):67-73.
151. Lázaro del Nogal M, González-Ramírez A, Palomo-Iloro A. Evaluación del riesgo de caídas. Protocolos de valoración clínica. *Rev Esp Geriatria Gerontol.* 2 de noviembre de 2005;40(Supl.2):54-63.
152. Tinetti ME, Speechley M, Ginter SF. Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *N Engl J Med.* 29 de diciembre de 1988;319(26):1701-7.
153. Hobeika CP. Equilibrium and balance in the elderly. *Ear Nose Throat J.* agosto de 1999;78(8):558-62, 565-6.
154. Rogers ME, Rogers NL, Takeshima N, Islam MM. Methods to assess and improve the physical parameters associated with fall risk in older adults. *Prev Med.* marzo de 2003;36(3):255-64.
155. Marcon Alfieri F, Calahorrano Soriano C, Garreta Figuera R, Rizzo Battistella L. Aspectos relacionados con caídas y equilibrio de los ancianos residentes en un centro sociosanitario. *Rehabilitación.* enero de 2011;45(1):24-8.
156. Objective Measurement of Standing Balance. : *Journal of Neurologic Physical Therapy* [Internet]. LWW. [citado 28 de noviembre de 2014]. Recuperado a partir de:

http://journals.lww.com/jnpt/Fulltext/1992/16010/Objective_Measurement_of_Standig_Balance_.10.aspx

157. Shumway-Cook A, Horak FB. Assessing the influence of sensory interaction of balance. Suggestion from the field. *Phys Ther.* octubre de 1986;66(10):1548-50.
158. Furman JM. Posturography: uses and limitations. *Baillières Clin Neurol.* noviembre de 1994;3(3):501-13.
159. Dawson-Hughes B, Harris SS, Krall EA, Dallal GE. Effect of calcium and vitamin D supplementation on bone density in men and women 65 years of age or older. *N Engl J Med.* 4 de septiembre de 1997;337(10):670-6.
160. Chapuy MC, Arlot ME, Duboeuf F, Brun J, Crouzet B, Arnaud S, et al. Vitamin D3 and Calcium to Prevent Hip Fractures in Elderly Women. *N Engl J Med.* 3 de diciembre de 1992;327(23):1637-42.
161. Lips P, Wiersinga A, van Ginkel FC, Jongen MJ, Netelenbos JC, Hackeng WH, et al. The effect of vitamin D supplementation on vitamin D status and parathyroid function in elderly subjects. *J Clin Endocrinol Metab.* octubre de 1988;67(4):644-50.
162. Chapuy MC, Arlot ME, Delmas PD, Meunier PJ. Effect of calcium and cholecalciferol treatment for three years on hip fractures in elderly women. *BMJ.* 23 de abril de 1994;308(6936):1081-2.
163. Chapuy MC, Chapuy P, Meunier PJ. Calcium and vitamin D supplements: effects on calcium metabolism in elderly people. *Am J Clin Nutr.* agosto de 1987;46(2):324-8.
164. Heikinheimo RJ, Inkovaara JA, Harju EJ, Haavisto MV, Kaarela RH, Kataja JM, et al. Annual injection of vitamin D and fractures of aged bones. *Calcif Tissue Int.* agosto de 1992;51(2):105-10.
165. Beauchet O, Annweiler C, Verghese J, Fantino B, Herrmann FR, Allali G. Biology of gait control: vitamin D involvement. *Neurology.* 10 de mayo de 2011;76(19):1617-22.
166. Bischoff-Ferrari HA, Conzelmann M, Stähelin HB, Dick W, Carpenter MG, Adkin AL, et al. Is fall prevention by vitamin D mediated by a change in postural or dynamic balance? *Osteoporos Int J Establ Result Coop Eur Found Osteoporos Natl Osteoporos Found USA.* 2006;17(5):656-63.
167. Moreira-Pfrimer LDF, Pedrosa MAC, Teixeira L, Lazaretti-Castro M. Treatment of vitamin D deficiency increases lower limb muscle strength in institutionalized older people independently of regular physical activity: a randomized double-blind controlled trial. *Ann Nutr Metab.* 2009;54(4):291-300.
168. Wilhelm-Leen ER, Hall YN, Deboer IH, Chertow GM. Vitamin D deficiency and frailty in older Americans. *J Intern Med.* agosto de 2010;268(2):171-80.

169. Jacques PF, Felson DT, Tucker KL, Mahnken B, Wilson PW, Rosenberg IH, et al. Plasma 25-hydroxyvitamin D and its determinants in an elderly population sample. *Am J Clin Nutr.* octubre de 1997;66(4):929-36.
170. Sherman SS, Hollis BW, Tobin JD. Vitamin D status and related parameters in a healthy population: the effects of age, sex, and season. *J Clin Endocrinol Metab.* agosto de 1990;71(2):405-13.
171. Gloth FM, Gundberg CM, Hollis BW, Haddad JG, Tobin JD. Vitamin D deficiency in homebound elderly persons. *JAMA.* 6 de diciembre de 1995;274(21):1683-6.
172. Van der Wielen RP, Löwik MR, van den Berg H, de Groot LC, Haller J, Moreiras O, et al. Serum vitamin D concentrations among elderly people in Europe. *Lancet.* 22 de julio de 1995;346(8969):207-10.
173. Wong YYE, McCaul KA, Yeap BB, Hankey GJ, Flicker L. Low vitamin D status is an independent predictor of increased frailty and all-cause mortality in older men: the Health in Men Study. *J Clin Endocrinol Metab.* septiembre de 2013;98(9):3821-8.
174. Ensrud KE, Blackwell TL, Cauley JA, Cummings SR, Barrett-Connor E, Dam TT, et al. Circulating 25-hydroxyvitamin D levels and frailty in older men: the osteoporotic fractures in men study. *J Am Geriatr Soc.* enero de 2011;59(1):101-6.
175. Hirani V, Naganathan V, Cumming RG, Blyth F, Le Couteur DG, Handelsman DJ, et al. Associations between frailty and serum 25-hydroxyvitamin D and 1,25-dihydroxyvitamin D concentrations in older Australian men: the Concord Health and Ageing in Men Project. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* septiembre de 2013;68(9):1112-21.
176. Hirani V, Cumming RG, Naganathan V, Blyth F, Le Couteur DG, Handelsman DJ, et al. Associations between serum 25-hydroxyvitamin D concentrations and multiple health conditions, physical performance measures, disability, and all-cause mortality: the Concord Health and Ageing in Men Project. *J Am Geriatr Soc.* marzo de 2014;62(3):417-25.
177. Pramyothin P, Techasurungkul S, Lin J, Wang H, Shah A, Ross PD, et al. Vitamin D status and falls, frailty, and fractures among postmenopausal Japanese women living in Hawaii. *Osteoporos Int.* noviembre de 2009;20(11):1955-62.
178. Perez-Lopez FR, Chedraui P, Fernandez-Alonso AM. Vitamin D and aging: beyond calcium and bone metabolism. *Maturitas.* mayo de 2011;69(1):27-36.
179. Latham NK, Anderson CS, Lee A, Bennett DA, Moseley A, Cameron ID, et al. A randomized, controlled trial of quadriceps resistance exercise and vitamin D in frail older people: the Frailty Interventions Trial in Elderly Subjects (FITNESS). *J Am Geriatr Soc.* marzo de 2003;51(3):291-9.

180. Sato Y, Iwamoto J, Kanoko T, Satoh K. Low-dose vitamin D prevents muscular atrophy and reduces falls and hip fractures in women after stroke: a randomized controlled trial. *Cerebrovasc Dis Basel Switz.* 2005;20(3):187-92.
181. Bunout D, Barrera G, Leiva L, Gattas V, de la Maza MP, Avendaño M, et al. Effects of vitamin D supplementation and exercise training on physical performance in Chilean vitamin D deficient elderly subjects. *Exp Gerontol.* agosto de 2006;41(8):746-52.
182. Annweiler C, Schott A-M, Montero-Odasso M, Berrut G, Fantino B, Herrmann FR, et al. Cross-sectional association between serum vitamin D concentration and walking speed measured at usual and fast pace among older women: the EPIDOS study. *J Bone Miner Res Off J Am Soc Bone Miner Res.* agosto de 2010;25(8):1858-66.
183. Verhaar HJ, Samson MM, Jansen PA, de Vreede PL, Manten JW, Duursma SA. Muscle strength, functional mobility and vitamin D in older women. *Aging Milan Italy.* diciembre de 2000;12(6):455-60.
184. Pfeifer M, Begerow B, Minne HW, Abrams C, Nachtigall D, Hansen C. Effects of a short-term vitamin D and calcium supplementation on body sway and secondary hyperparathyroidism in elderly women. *J Bone Miner Res Off J Am Soc Bone Miner Res.* junio de 2000;15(6):1113-8.
185. Bischoff HA, Stähelin HB, Dick W, Akos R, Knecht M, Salis C, et al. Effects of vitamin D and calcium supplementation on falls: a randomized controlled trial. *J Bone Miner Res Off J Am Soc Bone Miner Res.* febrero de 2003;18(2):343-51.
186. Graafmans WC, Ooms ME, Hofstee HM, Bezemer PD, Bouter LM, Lips P. Falls in the elderly: a prospective study of risk factors and risk profiles. *Am J Epidemiol.* 1 de junio de 1996;143(11):1129-36.