

Article

# Efectos del Entrenamiento de la Fuerza Concéntrica Versus Excéntrica en la Estructura y Función del Extensor de Rodilla en Adultos Mayores

## Effects of Concentric Versus Eccentric Strength Training on the Elderly's Knee Extensor Structure and Function

Rafael Baptista<sup>1</sup>, Eduardo Onzi<sup>2</sup>, Natália Goulart<sup>2</sup>, Luis Dos Santos<sup>1</sup>, Gabriel Makarewicz<sup>1</sup> y Marco Vaz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Escuela de Educación Física / Universidad Católica Pontificia de Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil

<sup>2</sup>Escuela de Educación Física / Universidad Federal de Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil

### RESUMEN

El propósito de este estudio fue comparar los efectos de un programa de 12-sem de entrenamiento de fuerza excéntrica versus concéntrica en las propiedades del cuádriceps de hombres de edad avanzada. Veintitrés sujetos realizaron extensión concéntrica de rodilla en un lado y flexión excéntrica de rodilla en el lado contralateral al 80% de 5RM. Ambos protocolos aumentaron la fuerza del extensor de la rodilla. La longitud del fascículo del vasto lateral disminuyó y el ángulo de peneación aumentó sin cambios en el grosor del músculo en ambos protocolos. La longitud del tendón patelar aumentó luego de ambos protocolos, pero el área de la sección transversal del tendón aumentó sólo después del entrenamiento excéntrico. El torque isométrico y dinámico aumentó en ambos grupos. El entrenamiento concéntrico y excéntrico se puede usar con resultados similares en adultos mayores.

**Palabras Clave:** Entrenamiento de la Fuerza, Envejecimiento, Tipo de Contracción

### ABSTRACT

The purpose of this study was to compare the effects of eccentric vs. concentric 12-wk strength training program on the quadriceps properties of elderly men. Twenty-three subjects performed unilateral concentric knee extension on one side and eccentric knee flexion on the contralateral side at 80% of 5 RM. Both protocols increased knee extensor strength. Vastus lateralis fascicle length decreased and pennation angle increased without changes in muscle thickness in both

protocols. Patellar tendon length increased after both protocols, but tendon cross-sectional area increased only post-eccentric training. Isometric and dynamic torque increased in both groups. Concentric and eccentric training can be used with similar results in older adults. Copyright of Journal of Exercise Physiology Online is the property of American Society of Exercise Physiologists and its content may not be copied or emailed to multiple sites or posted to a listserv without the copyright holder's express written permission. However, users may print, download, or email articles for individual use. This abstract may be abridged. No warranty is given about the accuracy of the copy. Users should refer to the original published version of the material for the full abstract.

**Keywords:** Strength Training, Aging, Type of Contraction

## 1 INTRODUCCIÓN

---

La importancia de las habilidades cognitivas de las personas, como el rendimiento en la escuela en explicar el éxito socio-económico, es reconocido ampliamente (ver por ejemplo [1,2]). Recientemente, las habilidades no-cognitivas, como el comportamiento o la fuerza emocional, han recibido una mayor atención al analizar los factores determinantes del éxito socio-económico (ver por ejemplo [3]). La salud, además, es un requisito previo para cualquier logro educativo y profesional (ver, por ejemplo [4,5,6,7,8]). Como es establecido por la literatura del desarrollo en economía así como la literatura epidemiológica, las bases para la salud y el éxito socio-económico están en la etapa temprana de la vida (ver, por ejemplo [8,9,10]). Sin embargo, mientras un cuerpo sustancial de la literatura examina el rol de la educación y el sistema de salud para la formación de la salud del niño, la educación y el comportamiento (para una apreciación global por favor vea [11]), la relevancia de las actividades extracurriculares para el desarrollo del niño, no son bien conocidas.

Una de las actividades extracurriculares más populares entre los niños es lo deportivo. Según la National Alliance for Youth Sports (NAYS), aproximadamente el 65% de los niños del mundo, están envueltos en actividades deportivas. Mientras que el 55% de los niños americanos están envueltos en deportes juveniles, entre los niños alemanes que son el objetivo de este análisis, este número es algo superior: aproximadamente el 70% de todos los niños de 6-14 años realizan actividades deportivas [12]. Es más, muchos países apoyan tales actividades con subsidios públicos regulares.

A pesar de la popularidad de los deportes como una actividad de ocio, sólo existe una pequeña evidencia empírica sobre la relación entre la participación deportiva y el desarrollo del niño. La investigación anterior, la mayor parte proviniendo principalmente de la pediatría o psicología, ha consagrado mucha atención al rol de los deportes para la salud física y mental del niño. Strong y cols. [13] proveen un resumen de la literatura sobre este campo. Los ejemplos de los estudios más recientes son Morrow y cols. [14] quienes en un hallazgo de un estudio observacional encontraron que los niveles de actividad física como recomendados por las pautas nacionales e internacionales ofrecen claros beneficios sobre la salud. Mientras este estudio se concentró en resultados del fitness, otro ejemplo de este conjunto de fuentes de la literatura, es un estudio experimental de una intervención de actividad física basada en la escuela por la que Meyer y cols. [15] encontraron efectos positivos para el desarrollo óseo durante la infancia.

La investigación sobre el vínculo entre los deportes y la educación se ha enfocado principalmente en el rol de las actividades deportivas entre estudiantes de la escuela secundaria o adolescentes. Una excepción es un reciente estudio de Dills, Morgan y Rottbof [16], que estudiaron el impacto del receso y la educación física sobre el proceso de aprendizaje de los niños de escuela primaria. Un vínculo positivo entre la participación en los deportes de escuela secundaria y el logro educativo, relaciones de pares y éxito profesional, está bien establecido [17,18,19,20,21]. Sin embargo, el mecanismo subyacente no se sabe bien. Rees y Sabia [22], por ejemplo, apenas detectaron alguna mejora en las calidades totales de estudiantes universitarios y sólo un impacto modesto en las ambiciones educativas de los estudiantes. Así, la pregunta de cuándo y a través de qué mecanismos el deporte ejerce su influencia sobre el éxito educativo y profesional de las personas, se mantiene abierta.

Al dirigir esta pregunta es crucial tener presente que la salud, la educación, las habilidades conductuales y emocionales adquiridas precozmente después en la vida, refuerzan su desarrollo más tarde en su vida y así pueden explicar el éxito socio-económico más tarde en forma parcial [23]. Por esta razón, es interesante entender si la participación deportiva temprana en la vida, ayudaría al modelamiento de la salud, la educación y el comportamiento del niño. Nosotros, por lo tanto, analizamos el impacto de la participación deportiva durante la escuela preescolar y la escuela primaria sobre los resultados relacionados a estas dimensiones.

Para ser más precisos, nosotros nos enfocamos en la participación en los clubes deportivos entre los niños de 3 a 10 años de edad en Alemania. En Alemania, los clubes deportivos son instituciones claves que organizan actividades deportivas

para los niños. En contraste, por ejemplo, a EE.UU. donde el deporte juvenil está muy organizado en las escuelas, en Alemania la mayoría de los deportes de niños y de jóvenes, tanto para ocio como para lo competitivo, es organizado en los clubes (según la Asociación Olímpica alemana (Deutscher Olympischer Sportbund, 2009), el 76% de los chicos y el 59% de las chicas de 7 a 14 años de edad practican deportes en un club). Las escuelas juegan sólo un rol menor ofreciendo actividades deportivas extracurriculares: en Alemania, la educación física en la escuela primaria se regula por ley y forma parte del currículum obligatorio, pero el aporte de más actividades deportivas ofrecidas por la escuela es raro. El foco en la participación deportiva en los clubes en lugar de la actividad física en general, lo cual también podría incluir deportes o juegos no guiados, tiene la ventaja que su contenido así como sus objetivos pueden ser definidos más claramente. Obviamente, la participación en el club deportivo todavía puede contener una gran variación en el tipo de actividades que los niños se someten y en el ambiente que ellos enfrentan. Como tal, la participación en el club deportivo actúa como una 'dirección social' como es descrito en Bronfenbrenner [24]. Tratar esta variación, sin embargo, está más allá del alcance de este artículo. En suma, la participación auto-reportada en los clubes deportivos puede ser menos propenso a reportar el prejuicio que la actividad física auto-reportada en general. El prejuicio de informar la actividad física en forma auto-reportada en general puede ocurrir en particular, si a padres que contestan estas preguntas les gustara ser considerados como ser 'responsables y afectuosos' y así reportar niveles socialmente deseables de actividad física. También es importante notar que el nivel reportado de actividad física afuera de los clubes deportivos es comparable a través de los niños que participan en los clubes deportivos y los niños que no participan en los clubes deportivos (ver Sección 5.2 para detalles).

Nuestro estudio se apoya en dos conjuntos de datos alternativos. Primero, nosotros usamos la Entrevista de Salud Alemana y Boletín del FMI de Examinación para los Niños y Adolescentes" (de aquí en adelante KiGGS, *German Health Interview and Examination Survey for Children and Adolescents*), un estudio transversal (médico) para Alemania que contiene información sobre una amplia serie de medidas de salud, educación y de conductas de los niños (5,632 niños). Esto que la muestra bastante grande permite un análisis de heterogeneidad. Segundo, nosotros aprovechamos la ventaja del Panel alemán de la niñez (de aquí en adelante GCP, *German Child Panel*), que nos proporciona información comparable para 1,449 niños en dos puntos de tiempo y así permite dirigir el tema de la selección endógena en los deportes con más detalle.

El mayor desafío para cualquier estudio empírico que se enfoca en este tema es el problema de la selección inherente. Los temas de la selección problemáticos pueden elevarse si los padres, que se preocupan más por el desarrollo de sus niños, probablemente son los que envían a sus niños a las actividades deportivas. Por supuesto, es muy probable que tales padres exhiban aún más características que fomentan su desarrollo del niño *per se*. Otra preocupación puede ser la correlación potencial entre la participación deportiva, mejorada a través de una infraestructura deportiva bien desarrollada, y la exposición a un ambiente estimulante de un mayor desarrollo, por ejemplo, una calidad escolar mejor, un sistema de salud más sofisticado o áreas más recreativas. En nuestro estudio, nosotros defendemos que la información muy detallada sobre las características de fondo así como una serie de efectos regionales fijas, hacen una estrategia de selección observable creíble. Esta estrategia se basa en la suposición condicional de independencia, la cual establece que lo condicional en el niño, la familia, y las características regionales, las diferencias observadas en los resultados del niño entre los niños que participan y no participan en los clubes deportivos, es debido a la participación. Nosotros empleamos a un estimador concordante semi-paramétrico que iguala observaciones tratadas (participantes) y observaciones del control (no participantes) en base a un amplio rango de características notorias. Nosotros escrutamos la demanda de independencia condicional evaluando si nuestras estimaciones son sensibles a incluir variables desconcertantes no-observables simuladas. Para desafiar aún más la suposición subyacente de nuestra estrategia básica, nosotros corregimos para la selección en los deportes e invertimos la causalidad explotando la naturaleza longitudinal del GCP y controlando las variables de resultado retrasadas así como el estado deportivo pasado.

Los resultados en base a la estrategia de selección observable apuntan hacia un impacto positivo de los deportes sobre la salud del niño, rendimiento escolar y comportamiento que sean consistentes para ambos conjuntos de datos. Sin embargo, una vez que nosotros consideramos los resultados retrasados y la participación en los clubes deportivos en el pasado, nosotros descubrimos sólo efectos significativos en el rendimiento escolar del niño y en una dimensión del comportamiento del niño: las calidades escolares totales mejoran por desviaciones estándar de 0.19 (de aquí en adelante, *sd*), mientras los problemas de pares disminuyen por 0.22 *sd*. Nosotros también proveemos evidencia que una reducción en el consumo de la TV entre los niños que participan en los clubes deportivos puede explicar nuestros resultados en parte.

Nuestra publicación se relaciona más estrechamente a dos recientes documentos de Cawley, Frisvold y Meyerhofer [25] y Dills, Morgan, y Rothhoff [16]. Ambos estudios se enfocan en la educación física como parte del currículum en la escuela primaria. El enfoque del primer documento, analiza el impacto de la educación física sobre el predominio de la obesidad, mientras que el segundo se concentra en el impacto del tiempo de receso y la educación física en los resultados de aprendizaje de los niños. Al contrario, nuestro enfoque se queda en el impacto de la participación en los clubes deportivos entre niños de 3-10 años de edad sobre la salud del niño, el rendimiento escolar y el desarrollo conductual. Como tal, nuestro artículo no estudia el impacto de la actividad física *per se*, sino el impacto de, en la terminología de Bronfenbrenner [24], una dirección 'social'. En otras palabras, la participación en un club deportivo es el objeto de estudio,

pero lo que pasa dentro de un club deportivo es principalmente desconocido. La Sección 5.3 provee una discusión de las actividades probables de los niños que pueden exponerse al participar en un club deportivo y así los mecanismos a través de los cuales, la participación en el club deportivo puede ejercer sus efectos sobre la salud, educación y comportamiento del niño.

El resto del artículo se estructura como sigue. La próxima sección describe la organización y la financiación de actividades relacionadas a lo deportivo brevemente en Alemania. La Sección 3 introduce los datos y ofrece las estadísticas descriptivas de las muestras usadas en este estudio. La Sección 4 explica nuestra identificación y estrategias de estimación. La Sección 5 presenta los resultados y discute la heterogeneidad del efecto así como los mecanismos probables que están en juego. La Sección 6 concluye y discute la relevancia de la política de nuestros resultados. La información de apoyo a este artículo así como un apéndice de internet (por favor, ir a [www.sew.unisg.ch/lechner/kispo](http://www.sew.unisg.ch/lechner/kispo)) contiene información adicional sobre los datos y la estimación.

## 2 Fundamento institucional

Los deportes son la segunda actividad de ocio más popular entre los chicos alemanes: el 59% de todos los chicos indican que el tiempo empleado con su mejor amigo es su actividad de ocio favorita, estrechamente seguida por la práctica de deportes (53%). Para las chicas, el hacer deportes sigue siendo entre las actividades de ocio más populares, detrás de pasar el tiempo con las amigas o escuchar música, pero sólo el 33% de las chicas consideran hacer deportes como su actividad de ocio más preferida [26].

La participación regular en un club deportivo entre los niños es bastante alta (ver Tabla 1). El compromiso en los clubes deportivos sube firmemente hasta la edad de 8/9 años (del 25% para los chicos de 3 años y del 29% para las chicas de 3 años, al 71% para los chicos de 9 años y del 62% para las chicas de 8 años). Las tasas de participación en promedio en los clubes deportivos entre los niños de edades de escuela preescolar y de escuela primaria suman al 56% entre los chicos y al 54% entre las chicas. Comparando estas tasas con tasas de actividad física totales (77% entre los chicos y 75% entre las chicas) revela que los clubes deportivos constituyen la principal institución donde los niños practican deportes.

**Tabla 1.** Participación en los clubes deportivos.

Edad	Participación	
	Explícitamente en Clubes Deportivos	
	Varones	Mujeres
3	0.25	0.29
4	0.32	0.42
5	0.44	0.50
6	0.54	0.51
7	0.62	0.56
8	0.67	0.62
9	0.71	0.58
10	0.66	0.55

Nota: Los números presentados sobre son en base a nuestros propios cálculos usando los datos de KiGGS. Ellos representan la porción de cada grupo etario reportando la asistencia al menos una vez por semana a un club deportivo.

Las tasas de participación en base a nuestro conjunto de datos se parecen estrechamente a los registros oficiales en los clubes deportivos. La Asociación Olímpica alemana (Deutscher Olympischer Sportbund, 2009) por ejemplo, reporta tasas de participación en clubes de 76% entre los chicos de 7-14 años, y de 59% entre las chicas de 7-14 años. Los clubes sirven como el sitio para los deportes más populares. El deporte favorito de los chicos, el fútbol, es practicado por el 45% de todos los chicos de 7-14, seguido por la gimnasia (14%), tenis (5%), hándbal (5%), y atletismo (5%). Los deportes favoritos de las chicas son la gimnasia (37%), fútbol (11%), equitación (8%), atletismo (7%), y natación (6%). Así, la participación en un club deportivo puede capturar una importante parte del nivel de actividad física de los niños.

Las tasas altas en la participación en los clubes deportivos pueden ser en parte debido a las bajas cuotas de afiliación que varían entre 0 y 120 euros por año para los niños y 0 y 150 euros por año para los adultos. Las reducciones en la cuota societaria para las familias enteras que participan en un club deportivo son comunes. Por otra parte, la asistencia social con frecuencia apoya las cuotas de los miembros. En otras palabras, la exclusión en base a problemas financieros apenas parece ser un tema.

### 3 Datos

El análisis empírico utiliza dos conjuntos de datos diferentes. El primer conjunto de datos es la entrevista de salud "German Health Interview and Examination Survey for Children and Adolescents" (de aquí en adelante, KiGGS) que es una entrevista comprehensiva, amplia en Alemania, representativa y un estudio de examinación para el grupo etario 0-17 años. Entre mayo del 2003 y mayo del 2006, se entrevistaron a 17,641 participantes y fueron examinaron [27]. El segundo conjunto de datos es el "German Child Panel" (de aquí en adelante, GCP) que incluye observaciones de 2,709 niños en tres ocasiones. La primera entrevista tuvo lugar en 2002, cuando los niños tenían entre 5 y 8 años de edad, la entrevista tercera y última tuvo lugar en 2005, cuando los niños tenían, por consiguiente, entre 8 y 11 años de edad.

El conjunto de datos de KiGGS incluye medidas objetivas de salud de los niños así como medidas subjetivas con respecto al rendimiento de la escuela y comportamiento del niño. Crucial para nuestro análisis también es la información sobre las actividades deportivas del niño. Adicionalmente, la KiGGS nos proporciona rica información sobre la base familiar, como los rasgos demográficos, características socio-económicas, y medidas de estilos parentales. Finalmente, en base a la ubicación individual de residencia, nosotros pudimos agregar una serie de características regionales disponibles en la base de datos de INKAR (Indikatoren und Karten zur Raum- und Stadtentwicklung, ver <http://www.bbsr.bund.de> para más detalles). Así, nosotros podemos estudiar la relación entre la participación deportiva del niño y su salud, educación y desarrollo conductual, potencialmente acondicionando una serie de ricas variables desconcertantes, es decir, factores que simultáneamente influyen en la participación del niño en un club deportivo y su desarrollo.

Debido a su naturaleza longitudinal, el GCP nos permite abordar el tema de la selección en los deportes a causa de la personalidad de constante de tiempo y los rasgos medioambientales. Nosotros usamos la participación deportiva y medidas de resultados a partir de la segunda tanda y se aprovecha la ventaja de la primera tanda exclusivamente como fuente para las variables de control, como resultado de medidas retrasadas, la participación deportiva retrasada, así como las características de fondo individuales y familiares (ver Sección 4 para detalles).

Nuestra muestra inicial de los datos de KiGGS consiste en 8023 niños en edad relevante (en la escuela primaria o preescolar). Debido a la información perdida sobre la participación individual en un club deportivo (325 observaciones), nuestra muestra es aún más restringida. Adicionalmente, nosotros excluimos a todos los extranjeros de nuestro análisis (1025 observaciones), porque puede esperarse que algunos grupos étnicos se comporten diferentemente en términos de compromiso en las actividades sociales y, en particular, en las actividades deportivas (sobre todo cuando su niño es una chica). Nótese que la clasificación de "extranjero" depende del país de nacimiento y el origen de los padres, una definición exacta está disponible en la documentación de la base de datos de KiGGS (<http://kiggs.de/service/English/index.html>). Requiriendo la disponibilidad de la información sobre la salud del niño, su educación y su desarrollo conductual así como en el barrio residencial, nuestra muestra final contiene a 5632 niños.

Empleando el mismo método al definir nuestra muestra en base al GCP, permanecieron 1449 niños. Debido a su tamaño de muestra muy grande así como la calidad superior de las medidas de salud, los datos del KiGGS sirven como nuestro conjunto de datos principales. Por lo tanto, si no se menciona lo contrario, el siguiente análisis empírico se refiere a los datos del KiGGS. Sin embargo, nosotros creamos medidas de resultados, tratamientos, y variables de control en el GCP análogamente a las variables respectivas en los datos del KiGGS (con excepciones menores).

Acerca de la información sobre los deportes, los padres respondieron a una pregunta sobre la frecuencia con lo cual su niño realizaba las actividades deportivas en un club. Ellos podían seleccionar entre 5 categorías diferentes: "nunca", "menos de una vez por semana", "una vez o dos veces por semana", "3-5 veces y una semana" y "casi diariamente". La Tabla 2 muestra que hay dos grupos de niños: aquellos que no se unen a un club deportivo en una base regular (45%) y aquellos que asisten al menos una vez por semana a una clase en un club deportivo (55%). Por consiguiente, nosotros agregamos esta información y distinguimos entre participar regularmente en un club deportivo (al menos una vez por semana) y no participar regularmente en un club deportivo (menos de una vez por semana).

**Tabla 2.** Frecuencia de participación en un club deportivo.

Frecuencia	Deportes en Clubes	
	Observaciones	Cambio en %
Más de 5 veces/semana	50	1
3-5 veces/semana	331	6
1-2 veces/semana	2,723	48
Menos de una vez por semana	330	6
Nunca	2,198	39

Nota: Computado a partir de nuestra muestra de estimación del KiGGS.

Los datos de KiGGS contienen una cantidad grande de información relacionada con la salud. En base a una examinación física, ofrece medidas objetivas para la altura, peso, *skinfolds* del niño (pliegues cutáneos examinados de espaldas), y la frecuencia cardíaca de reposo. Adicionalmente, en una encuesta, los padres respondieron por el estado de salud de sus niños seleccionando en una escala integral de 1 a 5, donde 1 indica salud muy buena, y 5 una salud muy mala.

Los padres reportan las calidades de la escuela de su niño en una escala de 1 ("muy buena") a 5 ("mala"). Hicimos un promedio de todos los grados reportados para las matemáticas y el alemán y creamos un promedio no ponderado. Nótese que la información sobre el rendimiento académico sólo está disponible para los niños en la escuela primaria. Es más, la edad cuando los niños comienzan a recibir calidades varía a través de los estados federales. Por lo tanto, el número de observaciones con la información sobre el rendimiento escolar del niño es considerablemente más bajo que el tamaño de la muestra total (1698 niños).

La encuesta también incluye 25 preguntas para permitir un registro de los resultados conductuales del niño. Estas preguntas pertenecen al cuestionario de Fortalezas y Dificultades (SDQ, *Strength- and Difficulties Questionnaire*), un dispositivo de registro conductual desarrollado por Goodman [28]. El SDQ que puede encontrarse junto con la información sobre el puntaje en los Apéndices S4 y S5, se ha validado y se ha establecido como una herramienta muy confiable para medir los síntomas emocionales del niño, problemas de conducta, hiperactividad, problemas de relación de pares, y el comportamiento pro-social [29,30]. Cada marca va de 0 a 10, con 0 indicando ningún problema y 10, indicando problemas severos en dimensión respectiva. La marca de dificultades total corresponde a la suma de las primeras cuatro dimensiones.

Por conveniencia de interpretación y de comparabilidad con los resultados de estudios existentes, nosotros computamos las marcas *z* estandarizando todas las medidas de resultados a media cero y varianza uno. Dicha estandarización no sólo es común en la literatura médica sino también permite la comparación con los resultados de la literatura previa. Las Tablas S5 y S6 proveen estadísticas descriptivas así como resultados de estimaciones usando medidas en niveles.

Finalmente, para permitir una interpretación homogénea a través de todas las dimensiones, nosotros también invertimos la marca pro-social y la llamamos comportamiento antisocial. Así, generalmente para todos los indicadores presentados los valores inferiores significan un rendimiento mejor del niño. La Tabla 3 muestra las estadísticas descriptivas para todas las medidas de los resultados.

**Tabla 3.** Estadísticas descriptivas para la salud del niño y capital humano.

	Ninguna participación en clubes deportivos	Participación en clubes deportivos	Deportes-No deportes		Obs.
	Promedio	Promedio	Diferencia	Valores p %	
<b>Salud</b>					
Salud subjetiva	0.07	-0.06	-0.13***	0	5,632
BMI	0.00	0.00	0.01	75	5,632
'Skinfolds' (pliegues cutáneos)	0.05	-0.04	-0.08***	0	5,632
Frecuencia cardíaca	0.20	-0.16	-0.36***	0	5,632
<b>Rendimiento escolar</b>					
Cualidades globales	0.18	-0.10	-0.28***	0	1,698
<b>Rendimiento escolar</b>					
Problemas emocionales	0.06	-0.05	-0.10***	0	5,632
Problemas de conducta	0.08	-0.06	-0.14***	0	5,632
Hiperactividad	0.10	-0.08	-0.18***	0	5,632
Problema de pares	0.14	-0.12	-0.26***	0	5,632
Puntaje total	0.13	-0.11	-0.24***	0	5,632
Conducta antisocial	0.07	-0.06	-0.12***	0	5,632

\*\*\* denota significancia estadística en el nivel 1%

Nota: Todas las variables de los resultados se estandarizan a media cero y varianza uno. Un valor inferior corresponde a un resultado mejor. El número inferior de las observaciones para las cualidades aparece porque no todos los niños se matriculan en la escuela y no todos los niños de edad escolar reciben las cualidades educativas. Los valores P provienen de *t*-tests bilaterales que comparan los promedios para los niños que hacen y no hacen deportes en un club. Pueden encontrarse estadísticas descriptivas de las variables no estandarizadas en la Tabla S6.

La Tabla 3 muestra que los promedios del BMI de los niños que participan en un club deportivo y los niños que no participan en un club deportivo son comparables. Sin embargo, el BMI constituye una medida bastante pobre para ser tendencia de que un niño tenga sobrepeso [31]. El *Skinfold*, una medida más confiable para la grasa corporal del niño, es significativamente bajo entre los niños que participan en un club deportivo (-0.08 sd). Los niños ligados a un club deportivo también tienen en promedio una frecuencia cardíaca de reposo significativamente inferior (-0.36 sd). Es más, sus padres califican significativamente muy buena su salud (-0.13 sd). Los niños que también realizan deportes en un club rinden generalmente muy bien en la escuela. La diferencia entre los niños que practican deportes vs los niños que no lo hacen da cuenta a -0.28 sd. Finalmente, los niños físicamente activos también tienen un puntaje significativamente bajo en la encuesta de fortalezas y dificultades (-0.24 sd), implicando que ellos son menos hiperactivos y tienen menos problemas con sus pares, emocionales, conductuales o de comportamiento que los niños físicamente inactivos. Es más, los niños que se enrolaron en un club deportivo, reportan un comportamiento menos antisocial.

Tomado juntos, las diferencias en crudo dibujan una imagen clara: los niños que participan en un club deportivo superan a los niños que no participan en un club deportivo en todas las dimensiones. Sin embargo, estas comparaciones incondicionales no se atienden la preocupación de que las diferencias pueden reflejar una clasificación de los niños con a priori mejores condiciones en los clubes (ver Stattin y Kerr por ejemplo [32] para una discusión más extensa sobre la auto-selección de las actividades de ocio). De hecho, las características de fondo de los dos grupos muestran diferencias sustanciales (ver Tabla de S1). Los niños activos son de mayor edad y más altos; sus padres tienen mejor educación, más probablemente tienen trabajo y se ocupan de sus niños; sus familias muy probablemente pertenecen a una clase social mejor y viven en áreas urbanas. Estas diferencias resaltan la importancia de acondicionar las variables potencialmente desconcertantes al analizar el impacto de la participación deportiva en el desarrollo del niño.

Este estudio es en base a datos del estudio recogidos por el "Robert Koch Institute" (los datos de KiGGS) y el "German Youth Institute" (los datos del GCP). El estudio de KiGGS fue aceptado por el comité de ética de la Charité/Universitätsmedizin Berlin y la oficina federal de Protección de Datos y se hizo según la Declaración de Helsinki (<http://www.kiggs-studie.de/deutsch/studie/kiggs-im-ueberblick/datenschutz-und-ethik.html>). La recolección de datos por el Instituto de Juventud alemán se llevó a cabo siguiendo el código ético de la Sociedad alemana para la Sociología, la Sociedad alemana de Psicología, y la Sociedad alemana para la Investigación en Educación, entre otros (<http://www.dji.de/index.php?id=43427&L=0>). La junta de asesoramiento científico del instituto repasó el GCP para la complacencia con las normas científicas y éticas. Ya que los autores sólo trabajaron con los datos anónimos y no estaban envueltos en la recolección de datos, ninguna aprobación de IRB adicional fue requerida para este estudio.

#### 4 Marco conceptual y Economía

Esta sección clarifica lo que nosotros definimos por efecto causal de la participación en un club deportivo sobre el desarrollo del niño, discute las suposiciones que subyacen de nuestras estrategias de identificación, e introduce estrategias empíricas diferentes.

Nosotros definimos el efecto causal de la participación en un club deportivo sobre la salud de un niño, su educación y su comportamiento (resultado) como la diferencia del resultado en caso de que el niño participa en un club deportivo en una base regular y el resultado que el mismo niño tendría, si no participara en un club deportivo en una base regular. Obviamente, la participación en un club deportivo puede abarcar una variedad de actividades y el efecto de la participación en un club deportivo puede trabajar a través de mecanismos diferentes. Si bien la distinción entre los mecanismos subyacentes está más allá del alcance de este documento, nosotros dedicamos algún tiempo discutiendo las actividades que provienen juntas de hacer deportes en un club así como actividades contra-fácticas de niños que pasan menos tiempo al participar en un deporte en un club - en la Sección 5.3.

#### 4.1 Identificación

La sección previa resaltó la necesidad de tomar la selección en los deportes en serio. Nosotros, por lo tanto, empleamos primero una estrategia de selección observable usando los datos de KiGGS que eliminan las diferencias en los factores desconcertantes notables. Segundo, nosotros corroboramos nuestros resultados usando el método de simulación basado de Ichino, Mealli y Nannicini [33] que evalúa la sensibilidad de nuestras estimaciones concordantes básicas con respecto a factores de confusión potencialmente perdidos. Tercero, nosotros nos aprovechamos de la estructura del panel del GCP. Antes de explicar los métodos de estimación respectivos, nosotros discutimos las suposiciones subyacentes de las estrategias empíricas diferentes.

La suposición de identificación principal de la estrategia la selección observable es la llamada *Conditional Independence Assumption or No Confounding Assumption* - de aquí en adelante CIA [34]. La CIA requiere que los resultados potenciales (el resultado que podría comprenderse si un niño se expusiera a un tratamiento particular) y el tratamiento es el condicional independiente sobre una serie de características observables convenientes. En otras palabras, nosotros necesitamos acondicionar en todas las variables, lo que simultáneamente determinan el desarrollo del niño y la participación del niño en un club deportivo. Como se explicará después, nosotros hacemos eso coincidiendo a los niños tratados con niños no tratados que tienen las mismas características observables. La teoría y la evidencia empírica sobre los factores determinantes del desarrollo del niño son la base para la selección de estas variables.

Según el trabajo original de Leibowitz [35], las inversiones hechas por los padres, la escuela, y el ambiente social determina la salud del niño, su educación y su desarrollo conductual. La investigación empírica ha puesto de manifiesto los siguientes factores determinantes del desarrollo de los niños: el estado socio-económico de las familias [8,11,36,37], la educación parental [38], el barrio [39] y las cualidades iniciales del niño [38]. La literatura psicológica también ha puesto de manifiesto la relevancia de las actitudes de los padres y las prácticas parentales para el desarrollo del niño [40].

Dado que una serie de factores similares es probable que influyan en la probabilidad de que el niño participe en un club deportivo, nosotros controlamos una serie de características comprensivas, familia y características regionales del niño. Los siguientes bloques de variables representan estas tres dimensiones. Con respecto a las características del niño, nosotros consideramos la información siguiente. Nosotros usamos el peso de nacimiento para representar el estado de salud de un niño prematuro [11]. Además de la edad y sexo, nosotros condicionamos también la altura del niño, que está asociada con un mayor nivel de participación deportiva así como mejores éxitos después en la vida [41]. Para describir la base familiar, nosotros incluimos varias medidas para el estado socio-económico de una familia, como la educación parental, la participación de la fuerza laboral y la ocupación, el ingreso familiar y un índice agregado para el estado socio-económico. Mientras nos falta información sobre las propias actividades físicas de los padres, nosotros usamos los BMI de los padres para aproximarnos a su aptitud física. Es más, nosotros incluimos un amplio rango de medidas de estilo parental, como el refuerzo de reglas o cuánto miembros familiares se preocupan de los otros. Nosotros suplementamos el último bloque de variable por la información sobre cada cuánto el niño se cepilla sus dientes y si la madre fumó durante el embarazo.

Más factores que determinan la salud del niño, su educación y su comportamiento, son la calidad de la escuela y el sistema de salud así como otras comodidades. En caso que la participación deportiva del niño se correlaciona con la asistencia a una educación mejor o sistema de salud o desarrollo que mejoran más comodidades, nuestros efectos estimados de la participación deportiva pueden ser sesgados en exceso. En Alemania, la duración así como la cultura y los deportes están bajo responsabilidad de los estados, el llamado Länder (Art. 30 de la constitución alemana). Como consecuencia, nosotros observamos diferencias en la infraestructura escolar y currículum así como en la base pública para los deportes principalmente a nivel estatal. A fin de evitar cualquier prejuicio potencial debido a la endogeneidad del deporte y la infraestructura extensa que promueven el desarrollo del niño, nuestro análisis principal controla los efectos fijos de estado. En suma, nosotros usamos varias medidas de características regionales como el tamaño del municipio, la disponibilidad de

áreas de recreación, el ingreso por impuestos de la municipalidad, estructura del empleo y desarrollo de la población. Controlando estos rasgos regionales adicionales nos permite trabajar con las diferencias a nivel de municipios, que va más allá de las diferencias en las regulaciones estatales.

Dada la riqueza de nuestro conjunto de datos que no sólo nos proporciona la información usual sobre las características individuales y de fondo familiar de los niños, sino también incluye información detallada sobre el ambiente doméstico y la práctica parental, nosotros creemos que la CIA es creíble en nuestro contexto. No obstante, estrategias de estimación adicionales ayudan a que nosotros mantengamos más datos para la robustez de nuestros resultados.

En particular, nosotros nos trabajamos con preocupaciones potenciales relacionadas al carácter transversal de los datos de KiGGS. Una preocupación y fuente de un prejuicio potencial son el problema de causalidad inversa. Los niños a priori dotados de buena salud, rendimiento escolar o capital de comportamiento más probablemente podrían estar enrolados en deportes. Empleando datos longitudinales, como el GCP, y acondicionando los valores retrasados de todas las variables de resultados, puede quitar mucho el prejuicio resultante (cf. Lechner y Wunsch [42]). Es más, teorías existentes en el postulado de la formación de habilidades que el desarrollo del niño es un proceso acumulativo [10]: las consignas tempranas fomentan la salud del niño, su educación y su desarrollo conductual, lo que a su vez dispara el desarrollo más tarde del niño. Así, los resultados retrasados sirven como consignas a priori, tanto observadas como inadvertidas. Como resultado, comparando los resultados del GCP con y sin las variables de los resultados retrasadas nos permite que evaluemos la sensibilidad de las estimaciones para su exclusión. Note que esta estrategia también sustituye las variables de control previamente actuales por los valores retrasados de las variables de los controles.

Sin embargo, controlando el resultado retrasado y las variables de control no puede ser suficiente. Si hay componentes persistentes en las actividades deportivas, como es probable, variables de control pasadas, como variables de resultados retrasados o estilo parental, pueden ya ser influenciadas por las actividades deportivas del pasado y así 'enmascarar' algunos de los efectos de la participación deportiva. Por consiguiente, nuestros resultados para los efectos de la participación deportiva pueden aún ser afectados cuando se controlan las variables de control retrasadas. Para hacer frente a este tema, nosotros llevamos a cabo la estrategia indicada por Lechner [43]. Esta estrategia propone restringir la muestra a niños que en el período 1 no se someten en alguna actividad deportiva y luego analizar el efecto de su participación deportiva en el período 2 sobre los resultados en el período 2. Haciendo esto, se quita el problema de la endogeneidad: por construcción, las covariantes no pueden ser influenciadas diferencialmente por la participación deportiva en el período 1 ya que ningún niño realiza deportes en el período 1. Nótese que esta estrategia controla otra vez la serie completa de variables de resultados retrasadas así como las variables de control retrasadas.

Las estrategias hicieron pensar en llevar a cabo el tema de la endogeneidad debido a las características inobservables de la constante de tiempo, no, sin embargo, debido al tiempo potencialmente inadvertido que varía bruscamente que ocurre después de que se observan los resultados en último lugar. Mientras la única amenaza restante a la identificación son los saltos inadvertidos en el desarrollo del niño que simultáneamente estimula o no su participación en un club deportivo, nosotros no podemos excluir su existencia totalmente. Por lo tanto, evaluamos la sensibilidad de nuestras estimaciones concordantes básicas con respecto a variables confusas potencialmente perdidas usando la simulación basado en el método indicado en Ichino, Mealli, y Nannicini [33] y Nannicini [44]. La idea subyacente es probar la sensibilidad de los resultados para la inclusión de una variable desconcertante simulada que se relacione a los resultados potenciales y el tratamiento. En contraste a los métodos alternativos (por ejemplo [34,45,46,47]), este método testea la sensibilidad debido a las variables confusas o inadvertidas en presencia de variables de control existentes y no introduce ninguna nueva restricción, por ejemplo, en la forma de un requisito para modelar la relación entre los resultados, tratamiento, y aspectos confusos. Para los detalles en el método y su aplicación, por favor refiérase al Apéndice S3.

En otros análisis, también aprovechamos la distancia individual hasta la instalación deportiva más cercana como instrumento para la participación deportiva de los niños. Desafortunadamente, la primer fase-el impacto de la distancia hacia las instalaciones deportivas más cercanas sólo en cierta región geográfica - a saber, en el campo (por favor, refiérase a Steinmayr, Felfe & Lechner [48] para más detalles en la primera fase). Como resultado, las estimaciones en base a un método inconstante instrumental son demasiado imprecisas para servir como chequeo con una robustez útil. Sin embargo, el lector interesado puede encontrar estos resultados de estimación en una versión más anterior de este artículo (cf. [49]).

## 4.2 Estimación

Puesto que nosotros sostuvimos al controlar una vasta serie de factores confusos potencialmente relevantes, se identifica el efecto promedio de participación en un club deportivo, un estimador concordante es una opción natural para evitar prejuicios innecesarios que provienen potencialmente en forma incorrecta de los modelos paramétricos específicos potencialmente incorrectos. Dos preocupaciones centrales con los modelos paramétricos tales como la regresión multivariada son, a) la linealidad posiblemente incorrecta y las suposiciones de homogeneidad del efecto y b) la posible extrapolación a las regiones sin un apoyo en común. Esta última suposición es particularmente preocupante, ya que

implica que las observaciones sin características razonablemente similares se utilizan para la comparación. Cualquier estimador de concordancia se basa en la comparación de los niños que participan y los que no participan en un club deportivo y que son similares en sus características observables. Una manera de garantizar la "similitud" en las características observable es acondicionar una estimación de probabilidad de la participación condicional, también llamada como marca de propensión [34]. Aquí, nosotros seguimos la convención de la literatura y usamos un modelo *probit* binario para estimar la marca de la propensión. La especificación completa y el coeficiente estiman el modelo de la marca de propensión de nuestra especificación principal, que se puede observar la Tabla S1, y los resultados del modelo *probit* estimaban la marca de la propensión usando el GCP, que están presentados en la Tabla S2.

Discutiendo los resultados de modelo del puntaje de la propensión, también ayuda dando un mejor conocimiento de cómo la selección en la participación en un club deportivo trabaja. La base socio-económico paternal se asocia fuerte y positivamente con la participación en un club deportivo. Es más, otras medidas indican que el niño que participa en un club deportivo proviene de una base familiar más favorable. Por ejemplo, ellos probablemente tienen una madre que fumó durante el embarazo, probablemente viven en una casa con mucha humedad, pero más probablemente se cepillen sus dientes regularmente. Realizamos pruebas contra la especificación errónea (sin normalidad, heterocedasticidad, variables omitidas), que están disponibles bajo petición. El procedimiento de compatibilidad exacta usado en este artículo fue indicado por Lechner, Miquel, y Wunsch [50] y es el que aparecía como uno de los mejores, si no el mejor, el procedimiento de coincidencia en un ejercicio de simulación a gran escala por Huber, Lechner, y Wunsch [51]. Este estimador está disponible para paquetes de software GAUSS, R y STATA (cf. [52]). Su procedimiento concordante (de igualación) se explica en detalle en el Apéndice S1.

Dos temas que afectan la adecuación de los estimadores concordantes son el apoyo en común y la calidad de la concordancia. En el caso de un apoyo común insuficiente, nosotros tratamos de delinear un subconjunto de observaciones sin igualaciones apropiadas. Por esta razón, nosotros desechamos cualquier observación en un estado que tiene una estimación de marca de propensión superior o inferior que, respectivamente, el máximo o el mínimo en el otro estado. Es más, para aumentar la precisión de nuestras estimaciones nosotros quitamos todas las observaciones con un peso normalizado más grande que el 6% [51]. Nótese que en caso de que las observaciones descartadas sistemáticamente difieran de la muestra original, esta selección cambia la población subyacente. Si la restricción del apoyo común lleva a una reducción considerable en el tamaño de la muestra, uno podría argumentar que los efectos no son representativos para la población designada nunca más. Afortunadamente, éste no es un tema serio en el presente estudio ya que aproximadamente el 99% de las observaciones en nuestra especificación principal y al menos el 91% en todos nuestros análisis de subgrupos, están en el apoyo común. La calidad de la concordancia involucra la pregunta sobre el equilibrio de la distribución de los elementos confusos en los diferentes estados del tratamiento. Verificando los promedios y las medianas de los elementos potencialmente confusos para los individuos emparejados en los estados diferentes del tratamiento, indica que el equilibrio después de la igualación es alto para todas las comparaciones de estados del tratamiento. Más información está disponible en la información de apoyo que incluye las t-estadísticas y los tests de diferencia estandarizada (ver [53]) para las variables en las características técnicas *probit* así como en las estadísticas  $\chi^2$  para la independencia articular de las regresividades y el estado de participación en la muestra emparejada respectiva (ver Tablas S10 y S11). Nótese que ninguna de las estadísticas del test apunta al desequilibrio de la covariante después del emparejamiento

Al aprovecharse de la naturaleza longitudinal del GCP, nosotros estructuramos el problema de estimación análogamente y empleamos el mismo estimador. Nótese que, sin embargo, debido al tamaño de la muestra bastante pequeño del GCP y la pérdida resultante en la precisión, nosotros nos abstuvimos de incluir los efectos fijos de estado al usar el GCP. Para garantizar la comparabilidad de nuestros resultados, volvimos a estimar nuestra especificación básica usando los datos de KiGGS, pero excluimos los efectos fijos de estado (ver Sección 5.1. para detalles). Los resultados no se alteran significativamente con y sin el efecto fijo de estado (ver Tabla S9).

## 5 Resultados

Los resultados son organizados de lo siguiente manera. La sección 5.1 presenta nuestros resultados principales usando los datos de KiGGS. Luego probamos la robustez de nuestras estimaciones para incluir los elementos confusos simulados no-observables y para la selección en los clubes deportivos usando el GCP. La Sección 5.2 discute si los efectos de la participación deportiva difieren a través de subgrupos. La Sección 5.3 discute los mecanismos que trabajan arrojando luz sobre las actividades abarcadas por la participación en los clubes deportivos y sobre las actividades que realmente se excluyente.

### 5.1 Resultados principales

La participación en los clubes deportivos durante la infancia tiene efectos fuertes sobre la salud del niño, su educación y su comportamiento. La Tabla 4 muestra los resultados potenciales promedios para todas las dimensiones del resultado

(columna 1 si participa en un club deportivo y columna 2 si no participa en un club deportivo), el efecto promedio (columna 3), y el nivel de significancia respectiva (columna 4). Nótese una vez más que nosotros definimos todos los puntajes de tal forma que los valores inferiores impliquen un rendimiento mejor.

**Tabla 4.** Las estimaciones concordantes (de igualdad) para la salud, rendimiento escolar y resultados conductuales (KiGGS).

	Resultado promedio si participaban	Resultado promedio si no participaban	Efecto promedio	Valores p %
<b>Salud</b>				
Salud subjetiva	-0.04	0.08	-0.12***	0
BMI	0.00	0.02	-0.01	70
'Skinfolds' (pliegues cutáneos)	-0.01	0.04	-0.06*	8
Frecuencia cardiaca	-0.03	0.09	-0.12***	0
<b>Rendimiento escolar</b>				
Cualidades globales	-0.07	0.06	-0.13**	3
<b>Resultados conductuales</b>				
Problemas emocionales	-0.01	0.09	-0.10**	1
Problemas de conducta	0.00	0.05	-0.04	26
Hiperactividad	0.00	0.04	-0.04	32
Problemas de pares	-0.08	0.14	-0.22***	0
Puntaje total	-0.02	0.11	-0.13***	0
Conducta antisocial	-0.01	0.03	-0.04	29

\*\*\* denota significancia estadística en el nivel 1%, \*\* en el nivel 5%, y \* en el nivel 10%.

Nota: El efecto presentado es el efecto del tratamiento promedio (ATE, *average treatment effect*). Los valores *p* son computados por los valores *p* del arranque de la t-estadística con 4999 repeticiones. Nótese que todas las variables se estandarizan a promedio cero y varianza uno.

En conjunto, la salud del niño es significativamente mejor al hacer deportes. Los padres evalúan significativamente como muy bien el estado de salud de sus niños (-0.12 sd). Hay apenas algún efecto en el BMI. Esto, sin embargo, no proviene como una sorpresa ya que el BMI podría ser una mala medida de sobrepeso y obesidad del niño. La participación deportiva reduce el 'skinfold' del niño (-0.06), lo cual es una mejor medida de la grasa corporal. En suma, la FC es significativamente reducida (-0.12 sd). Los resultados para las diferentes variables de salud medidas objetivamente pueden ayudar a eliminar las dudas *a priori* si el prejuicio de subjetividad puede controlar nuestros resultados. Este prejuicio se eleva si los padres de los niños que sistemáticamente participan en un club deportivo, reportan un desarrollo mejor de sus niños.

Los niños también se benefician de participar en las actividades deportivas en términos de su rendimiento global en la escuela y su comportamiento: las medidas totales de rendimiento escolar y comportamiento, expresadas por los puntajes de fortalezas y dificultades, los dos mejoran por 0.13 sd. Una reducción en los problemas de pares (-0.22 sd) y los problemas emocionales (-0.10 sd) impulsan los últimos resultados. Nótese que, comparado con las intervenciones gubernamentales extensamente estudiadas, como por ejemplo los centros de primeros cuidados infantiles o los programas educativos de orientación, éstos son efectos no-despreciables. Por ejemplo, el *Head Start*, uno de los programas educativos más intensivamente estudiados en EE.UU., se ha demostrado que lleva a mejoras en las habilidades no-cognitivas del niño, de alrededor de 0.2 sd y en las habilidades cognitivas del niño, de alrededor de 0.06 sd [11]. Similarmente, usando el GCP, Felfe y Lalive [54] revelaron una mejora en las habilidades no-cognitivas del niño por 0.1 sd después de haber asistido a un centro de primeros cuidados durante la primera infancia.

A pesar de las ricas series de variables de control, uno puede poner en duda aún si nosotros manejamos tener en cuenta todos los factores determinantes de la participación del niño en un club deportivo. Puede ser el caso que niños que *a priori* están con buena salud rinden mejor en la escuela, o tienen menos problemas emocionales, conductuales o problemas de pares, se unan a los clubes deportivos con más frecuencia. Para probar nuestros resultados para la selección en el tratamiento, nosotros realizamos los chequeos de robustez explicados anteriormente.

En una primera instancia, evaluamos si nuestras estimaciones básicas son sensibles a elementos confusos potencialmente perdidos. Lo hacemos empleando el enfoque basado en la simulación de Ichino, Mealli y Nannicini [33]. Para más detalles sobre este método y su implementación, consulte el Apéndice S3.

La Tabla 5 representa las desviaciones de las estimaciones a partir de la situación básica (es decir, la situación cuando la

covariante simulada no es desconcertante) cuando incluso una covariante simulada es el resultado de cuatro situaciones de escenarios de simulación (situaciones 1-3). En general, es justo concluir que la sensibilidad es muy limitada, ya que ninguna de las desviaciones de la situación básica es significativa al nivel de 10%. Esto es a pesar del hecho de que los elementos confusos se construyen para ser justamente en cierto modo 'dañosos'. Así, este test de sensibilidad indica que nuestros resultados principales son robustos con respecto a los elementos confusos que están en el rango de lo que podría esperarse para las variables desconcertantes que faltan.

**Tabla 5.** Chequeo de Sensibilidad - Diferencia de los efectos bajo situaciones desconcertantes diferentes respecto a la situación básica (ATE).

	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
<b>Salud</b>			
Salud subjetiva	0.0072	0.0129	-0.0011
BMI	-0.0029	-0.0043	-0.0060
'Skinfolds' (pliegues cutáneos)	0.0020	-0.0021	-0.0068
Frecuencia cardíaca	0.0162	0.0097	0.0012
<b>Rendimiento escolar</b>			
Cualidades globales	0.0089	0.0136	0.0060
<b>Resultados conductuales</b>			
Problemas emocionales	0.0128	0.0156	0.0058
Problemas de conducta	0.0079	0.0122	0.0035
Hiperactividad	0.0165	0.0085	0.0092
Problemas de pares	0.0203	0.0189	0.0051
Puntaje total	0.0204	0.0185	0.0088
Conducta antisocial	0.0023	0.0027	-0.0011

Nota: Cada celda muestra la diferencia en los efectos que son el resultado de una situación desconcertante alternativa a la situación básica. Las situaciones 1-3 simulan la nueva variable desconcertante imitando la relación de tres elementos confusos importantes al tratamiento y resultado, respectivamente (la situación 2 imita la relación al ingreso familiar >5000 Euros; la situación 3 imita la relación al grado de educación de la mamá que es universitario, la situación 4 imita la relación a la tasa de empleo local). La inferencia es en base a 99 repeticiones de arranque y 19 proyecciones de elementos confusos binarios simulados; método quantil, versión suavizada, ajuste del prejuicio logístico/lineal, los valores  $p$  simétricos usados. Ninguna de las diferencias es significativa al nivel de 10%.

Los chequeos de robustez restantes utilizan los datos del GCP: Por esta razón, nosotros reproducimos nuestros resultados principales primero desde KiGGS usando los datos del GCP. Dado el tamaño de la muestra bastante pequeño del GCP y la pérdida resultante en la precisión, nosotros nos abstuvimos de incluir los efectos fijos de estado en las siguientes series de chequeos de robustez. Al GCP le falta alguna medida de salud objetiva, pero sólo provee información sobre la salud subjetiva del niño. Por lo tanto, confiamos en esta medida para nuestros chequeos de robustez.

La comparación entre la columna 1 (KiGGS) y la columna 2 (GCP A) de la Tabla 6, que muestra las estimaciones de igualdad aplicadas a los datos de KiGGS y los datos del GCP, revela que los resultados son notablemente robustos para los conjuntos de datos diferentes. Nosotros observamos una mejora en la salud subjetiva del niño de -0.12 sd en los datos del GCP, que es similar a los resultados en base a los datos de KiGGS (-0.08 sd). Según los datos del GCP, observamos también una mejora en el rendimiento global de la escuela del niño de -0.15 sd, y en la marca conductual total del niño de -0.10 sd. Ambas estimaciones no difieren mucho de las estimaciones respectivas en base a los datos de KiGGS (-0.20 sd y -0.09 sd). Es más, la mejora en el comportamiento proviene otra vez principalmente de la reducción en los problemas de pares. Mientras la reducción en los problemas emocionales todavía da cuenta de la misma magnitud, no es muy estadísticamente significativa.

**Tabla 6.** Comparación de estimaciones concordantes usando KiGGS y GCP.

	KiGGS		GCP A		GCP B		GCP C	
	Efecto	Valores p %	Efecto	Valores p %	Efecto	Valores p %	Efecto	Valores p %
<b>Salud</b>								
Salud subjetiva	-0.08**	2	-0.12*	9	-0.10	20	0.02	82
<b>Rendimiento escolar</b>								
Cualidades globales	-0.20***	0	-0.15**	3	-0.09	11	-0.19*	7
<b>Resultados conductuales</b>								
Problemas emocionales	-0.09***	0	-0.08	27	-0.03	59	0.00	98
Problemas de conducta	-0.02	53	-0.09	12	-0.07	25	-0.07	52
Hiperactividad	-0.01	75	0.08	21	0.07	18	0.20	16
Problemas de pares	-0.16***	0	-0.19***	0	-0.11**	5	-0.22**	5
Puntaje total	-0.09***	0	-0.10*	9	-0.05	32	-0.02	83
Conducta antisocial	-0.02	59	-0.02	75	-0.07	22	-0.06	59

\*\*\* denota significancia estadística en el nivel 1%, \*\* en el nivel 5%, y \* en el nivel 10%.

Nota: Los resultados en la primera columna (KiGGS) corresponden a nuestros resultados de la serie principal en base a los datos de KiGGS pero sin controlar los efectos fijos de estado. El GPC A a C es en base a los datos del GCP. En GPC A nosotros realizamos una pura repetición de los resultados de KiGGS donde usamos sólo la segunda ondulación del GCP para el resultado y las variables de control. El GCP B presenta los resultados cuando nosotros controlamos adicionalmente para la serie de las variables retrasadas del resultado y reemplazamos todas las variables de control por las variables de control respectivas de la ondulación 1. En GPC C, nosotros repetimos la estrategia empleada abajo (B) pero se restringe la muestra a niños que no participan en un club deportivo en la ondulación 1. El efecto presentado es el efecto del tratamiento promedio (ATE). Los valores *p* son computados por los valores *p* del arranque de las *t*-estadísticas con 4999 repeticiones.

Cuando adicionalmente se incluyen variables del resultado retrasadas del niño y se reemplazan variables de control por variables de control exclusivamente medidas antes del tratamiento, los efectos disminuyen ligeramente y, por consiguiente, pierden significancia estadística. El cuadro principal, sin embargo, sostiene (ver GCP B): los niños al participar en una experiencia en un club deportivo mejoran en su salud, rendimiento escolar y comportamiento. Es muy importante señalar que las medidas de resultado retrasado de los niños no explican su participación activa en los deportes-los coeficientes respectivos son insignificantes en la estimación de la marca de propensión (ver Tabla S2, Columna C de GCP). Por lo tanto, es poco probable que la dotación previa de recursos humanos y de salud explique la selección en los clubes deportivos.

La última columna (GPC C) muestra las estimaciones corregidas para la constante de tiempo de la heterogeneidad inadvertida acondicionando en la participación deportiva en la primera ondulación de la tabla. Al hacerlo, evitamos que las variables de control potencialmente endógenas "enmascaren" algunos de los efectos de la participación deportiva. Es más, incluyendo el cuadro completo de variables de resultado retrasadas nosotros comparamos sólo a los niños con la misma dotación de habilidad inicial y estado de salud. Nuestros resultados son principalmente robustos en esta corrección: el rendimiento escolar del niño mejora por 0.19 sd (comparado con 0.20 sd según nuestras estimaciones básicas), y los problemas de pares del niño se reducen por 0.22 sd (comparado con 0.16 sd según nuestras estimaciones básicas). Sólo la estimación de salud subjetiva se pone en cero. En otras palabras, la participación en un club deportivo no parece influir sobre la salud subjetiva del niño, al menos no inmediatamente (las entrevistas son 1.5 años aparte). Nótese, sin embargo, que este resultado sólo pone luz en la valoración de los padres de la salud de su niño. Desafortunadamente, nos falta alguna medida de salud objetiva en el GCP para comprobar este hallazgo.

Tomado juntos, nosotros estamos seguros que la heterogeneidad de la constante de tiempo inadvertida no afecta nuestros resultados con respecto al rendimiento escolar y el comportamiento del niño. Sin embargo, nosotros no podemos afirmar la robustez de nuestros resultados con respecto al estado de salud del niño. Es más, nosotros no podemos excluir la posibilidad que los recientes hechos inadvertidos puedan torcer nuestros resultados, tanto en términos de la salud del niño como de la educación y el comportamiento. No obstante, el análisis de la sensibilidad en base al método basado en la simulación de Ichino, Mealli y Nannicini [32] revela que nuestras estimaciones robustas con respecto a los elementos confusos que están en el rango de lo que podría esperarse por variables desconcertantes que se pierden.

## 5.2 Heterogeneidad del efecto

Una pregunta importante desde una perspectiva de la política es si los niños 'correctos' participan en los deportes, es decir, si esos niños que participan son aquellos que se benefician. Nosotros trabajamos esta pregunta de dos maneras

diferentes. Por un lado, nosotros indagamos si hay ganancias en la selección -en otras palabras, si los niños que participan en los clubes deportivos realmente se están beneficiando más de la participación que los niños que no participan. Por otro lado, nosotros analizamos la heterogeneidad del efecto a través de los niños que difieren en sus características observables.

Para dirigir la cuestión de la selección sobre las ganancias, nosotros discutimos, además del efecto de tratamiento promedio (ATE), el efecto de tratamiento promedio en los tratados (ATET) y el efecto de tratamiento promedio en los no tratados (ATENT). El ATET se refiere al efecto de la participación deportiva en los niños que practican deportes, mientras el ATENT se refiere a los efectos en los niños que no participan, si ellos realmente podrían participar (ver Tabla 7). Mientras que para las cualidades totales el ATENT es algo más grande, el ATET es más grande para la salud y el comportamiento. Sin embargo, el cuadro total permanece mixto y los efectos no son estadísticamente diferentes de los otros en cualquier nivel convencional. Así, no parece que cualquiera de los dos tipos de niños se beneficiarían significativamente más de la participación deportiva que el otro tipo de niños.

**Tabla 7. Efectos promedio para los participantes y no participantes (KiGGS).**

	Participantes	Valores p %	No participantes	Valores p %
<b>Salud</b>				
Salud subjetiva	-0.15**	1	-0.09**	3
BMI	-0.03	49	0.01	84
'Skinfolds' (pliegues cutáneos)	-0.08**	4	-0.03	44
Frecuencia cardíaca	-0.16***	0	-0.08*	7
<b>Rendimiento escolar</b>				
Cualidades globales	-0.09	24	-0.20***	0
<b>Resultados conductuales</b>				
Problemas emocionales	-0.17***	0	-0.01	78
Problemas de conducta	-0.08	11	0.00	95
Hiperactividad	-0.07	18	0.00	100
Problemas de pares	-0.26***	0	-0.17***	0
Puntaje total	-0.19***	0	-0.05	14
Conducta antisocial	-0.05	28	-0.02	58

\*\*\* denota significancia estadística en el nivel 1%, \*\* en el nivel 5%, y \* en el nivel 10%.

Nota: Los valores *p* son computados por los valores *p* del arranque de la t-estadística con 4999 repeticiones. Todas las variables se estandarizan a promedio cero y varianza uno.

La Tabla 8 presenta las heterogeneidades del efecto con respecto a las características observables. Contiene la comparación de pares de niños y niñas, niños y niñas mayores y, finalmente, niños que viven en ciudades y niños que viven en el campo. Nótese que debido a un tamaño de la muestra limitado al estratificar, nosotros nos abstuvimos de nuevo de controlar los efectos fijos de estado. Así, para un propósito de comparación con las estimaciones usando la muestra completa, por favor, consulte los que se ven en la Tabla 5, Columna A.

Las diferencias más fuertes existen al comparar a niños que viven en una ciudad con niños que viven en el campo. Los niños de la "ciudad" que se someten en una experiencia en un club deportivo mejoran en forma notable su salud subjetiva (-0.18 sd) así como sus medidas de salud objetivas, como el 'skinfold' (-0.10 sd) y la FC (-0.09). Los niños "rurales" no ganan mucho en términos de la salud subjetiva, pero también son buenos en términos de las medidas de salud objetivas (el 'skinfold' está reducido por -0.07 sd y la FC por -0.15 sd). Es más, los niños de la "ciudad" que participan en clubes deportivos están significativamente mejor en términos de su comportamiento (-0.19 sd). Esta mejora es principalmente controlada por una reducción en los problemas de pares, problemas emocionales, e hiperactividad.

Es interesante hacer notar que, nosotros también observamos mejoradas relaciones de pares entre los niños del "campo" al someterse en un club deportivo, sin embargo, ninguna ganancia en cualquier otra dimensión de su comportamiento. La razón subyacente de los efectos heterogéneos con respecto al grado de urbanización puede ser la hipótesis respectiva. Mientras los niños que viven en una ciudad podrían encontrarse bastante difícil de estar físicamente activos - la razón sería que simplemente hay una falta de espacios - los niños al aire libre que viven en el campo podrían ser más físicamente activos en general y así, tener una ganancia relativamente inferior de participar en un club deportivo que los niños que viven en una ciudad. De hecho, al usar la muestra del país solamente, no observamos un desplazamiento significativo de los deportes al aire libre debido a los deportes en un club. Sin embargo, la medida disponible puede no necesariamente

captar una actividad física general, como correr o jugar al aire libre, y así no nos proporciona una evidencia empírica a favor para la declaración hecha anteriormente.

**Tabla 8.** Heterogeneidad con respecto a otras características.

	Resultado promedio		Efecto promedio	Valores p %	Resultado promedio		Efecto promedio	Valores p %
	Part.	No part.			Part.	No part.		
<b>Panel A</b>								
<b>Ciudad</b>				<b>Campo (zona rural)</b>				
<b>Salud</b>								
Salud subjetiva	-0.08	0.10	-0.18***	0	0.00	0.03	-0.03	50
BMI	-0.01	0.02	-0.04	42	0.02	0.04	-0.02	65
'Skinfolds' (pliegues cutáneos)	-0.03	0.07	-0.10*	5	0.00	0.07	-0.07	15
Frecuencia cardíaca	-0.06	0.04	-0.09***	3	-0.08	0.07	-0.15***	0
<b>Rendimiento escolar</b>								
Cualidades globales	-0.03	0.13	-0.16	18	-0.1	0.03	-0.13	11
<b>Rendimiento escolar</b>								
Problemas emocionales	-0.05	0.14	-0.19***	0	-0.02	-0.01	-0.01	82
Problemas de conducta	-0.01	0.06	-0.07	20	-0.02	-0.03	0.00	94
Hiperactividad	-0.04	0.04	-0.08*	8	0.00	-0.04	0.03	39
Problema de pares	-0.10	0.12	-0.22***	0	-0.09	0.05	-0.13***	0
Puntaje total	-0.06	0.12	-0.19***	0	-0.04	-0.02	-0.03	48
Conducta antisocial	-0.04	-0.05	0.01	80	0.01	0.04	-0.03	55
<b>Panel B</b>								
<b>Varones</b>				<b>Mujeres</b>				
<b>Salud</b>								
Salud subjetiva	-0.02	0.13	-0.16***	0	-0.05	-0.06	0.00	96
BMI	0.05	0.07	-0.02	77	-0.03	0.01	-0.03	40
'Skinfolds' (pliegues cutáneos)	-0.12	0.00	-0.11	10	0.09	0.15	-0.06	15
Frecuencia cardíaca	-0.14	-0.02	-0.11**	1	0.04	0.15	-0.11**	1
<b>Rendimiento escolar</b>								
Cualidades globales	-0.02	0.12	-0.14	25	-0.14	0.11	-0.25***	0
<b>Rendimiento escolar</b>								
Problemas emocionales	-0.07	-0.01	-0.06	27	-0.01	0.09	-0.1**	3
Problemas de conducta	0.08	0.13	-0.05**	4	-0.15	-0.09	-0.06	15
Hiperactividad	0.09	0.15	-0.05	29	-0.12	-0.15	0.03	38
Problema de pares	0.04	0.21	-0.17***	0	-0.22	0.03	-0.25***	0
Puntaje total	0.06	0.17	-0.11**	1	-0.17	-0.05	-0.11***	0
Conducta antisocial	0.19	0.17	0.02	83	-0.25	-0.14	-0.11***	0
<b>Panel C</b>								
<b>Más jóvenes (3-6 años)</b>				<b>Mayores (7-10 años)</b>				
<b>Salud</b>								
Salud subjetiva	-0.08	0	-0.09**	4	-0.03	0.08	-0.11**	2
BMI	-0.32	-0.33	0.02	59	0.28	0.34	-0.05	31
'Skinfolds' (pliegues cutáneos)	-0.26	-0.23	-0.02	53	0.19	0.30	-0.11**	3
Frecuencia cardíaca	0.43	0.50	-0.07*	9	-0.48	-0.32	-0.16***	0
<b>Rendimiento escolar</b>								
Cualidades globales	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	-0.08	0.12	-0.2***	0
<b>Rendimiento escolar</b>								
Problemas emocionales	-0.12	-0.06	-0.06	11	0.05	0.18	-0.13**	1
Problemas de conducta	0.06	0.03	0.03	48	-0.09	0.02	-0.11**	3
Hiperactividad	-0.01	-0.02	0.00	93	-0.03	0.07	-0.10	15
Problema de pares	-0.13	0.02	-0.15***	0	-0.07	0.19	-0.26***	0
Puntaje total	-0.07	-0.01	-0.05	15	-0.04	0.16	-0.20***	0
Conducta antisocial	0.11	0.07	0.04	47	-0.15	-0.04	-0.11*	6

\*\*\* denota significancia estadística en el nivel 1%, \*\* en el nivel 5%, y \* en el nivel 10%.

Nota: La distinción entre la ciudad y el campo es en base a INKAR y es una combinación de tamaño de la población, densidad, relevancia política y administrativa, etc. El efecto presentado es el efecto de tratamiento promedio (ATE). Los valores  $p$  son computados por los valores  $p$  del arranque de la t-estadística con 4999 repeticiones.

Aunque las chicas generalmente califican mucho mejor que los chicos en la mayoría de los indicadores del capital humano,

la participación en un club deportivo parece afectar a los chicos y chicas igualmente, con la excepción de un efecto ligeramente más fuerte en el comportamiento anti-social de las chicas. Mientras descubrimos alguna heterogeneidad en los efectos en la salud subjetiva, estas diferencias no son visibles en las medidas de salud objetivas. Sin embargo, nótese que también la literatura previa encontró sólo una evidencia pequeña sobre la heterogeneidad en los efectos de tratamiento de la participación deportiva [21].

Al analizar el impacto de la participación en un club deportivo sobre la salud y el comportamiento de los más jóvenes y mayores de edad, nosotros observamos un efecto ligeramente más fuerte para los niños mayores de edad, la diferencia es, sin embargo, no significativa.

### 5.3 Mecanismos subyacentes

Una cuestión aún más importante desde una perspectiva de la política es qué tipo de actividades los niños los ubica en la participación en un club deportivo y qué tipo de actividades los niños 'sacrifican' al practicar deportes. En otras palabras, cuáles son los mecanismos subyacentes a través de los cuales la participación en un club deportivo puede ejercer sus efectos sobre la salud del niño, su educación y su comportamiento. En lo que sigue, primero debatimos la variedad de actividades que abarca la participación de los clubes deportivos. Esta discusión se basa en la literatura existente en la psicología del desarrollo. A continuación, pusimos algo de luz sobre las actividades abarrotadas por la participación en los clubes deportivos. Para este propósito, nosotros confiamos no sólo en la literatura existente sino también investigamos el impacto de la participación en un club deportivo sobre las actividades alternativas emprendidas por los niños empíricamente.

La actividad obvia involucrada en la participación en un club deportivo es el ejercicio físico. Sin embargo, la participación en un club deportivo hace que el niño pase por una gran serie de actividades extensas y experiencias que fomentan su desarrollo. Según Larson [55] y Hansen, Larson y Dworking [56] formar parte de los clubes deportivos puede ayudar a los niños a desarrollar la iniciativa, definida como la motivación intrínseca para planear, llevar a cabo, y lograr una meta estimada. Como tal, la participación en los clubes deportivos, similar a la participación en muchas otras actividades extracurriculares estructuradas, conlleva habilidades de "manejo" como la curiosidad, el esfuerzo y la perseverancia, la responsabilidad, la autoevaluación, así como el proyecto, el tiempo y el control del estrés. En suma, la interacción con un equipo y en particular la interacción con pares que normalmente estarían fuera de la red social existente, fomentan el desarrollo de habilidades personales como la empatía, la lealtad, la intimidad, el autodomínio, el espíritu de equipo, pero también tratando con la crítica y el conflicto.

La ventaja adicional de practicar deportes en un club, en contraste con el ejercicio físico puro, es el hecho de que es una actividad guiada y favorablemente estructurada extracurricular [57,58]. No sólo impone una estructura en la vida del niño sino también pone a los niños en contacto con instructores y compañeros competentes que pueden actuar como personajes ejemplares. Como tal, la participación en un club deportivo también puede fomentar el desarrollo del niño también indirectamente reduciendo el tiempo en actividades desestructuradas, menos beneficiosas. Los datos disponibles nos permiten investigar este canal en forma empírica. La Tabla 9 muestra el impacto de la participación en un club deportivo en el tiempo empleado en actividades físicas emprendidas fuera de un club deportivo y las actividades pasivas como mirar la TV y usar una computadora.

**Tabla 9.** Efectos promedio sobre las actividades alternativas (KiGGS).

	Participantes	No participantes	Efecto promedio	Valores p %
<b>Actividad física afuera de un club deportivo</b>				
Deportes afuera de un club	0.53	0.52	0.01	63
<b>Actividades pasivas</b>				
Mirar TV un día por semana	0.99	1.06	-0.07***	0
Mirar TV en la semana	1.61	1.68	-0.06**	4
Usar la PC un día por semana	0.21	0.20	0.01	46
Usar la PC en la semana	0.44	0.42	0.02	23

\*\*\* denota significancia estadística en el nivel 1%, y \*\* en el nivel de 5%.

Nota: Los valores p son computados por los valores p del arranque de la t-estadística con 4999 repeticiones. Deportes ejercitados fuera de un club son promedios como variable binaria donde 1 indica a un niño que está haciendo al menos una vez por semana afuera un club. Todas las otras actividades son promedios como horas por día.

Es interesante observar que el nivel reportado de actividades deportivas realizadas afuera de un club es el mismo entre los niños que participan en un club deportivo y entre los niños que no lo hacen. Dado este resultado, parece seguro decir que la participación en un club deportivo estimula la actividad física total del niño y no es sólo un sustituto para otras actividades deportivas. Sin embargo, quizás es más interesante observar que nuestros resultados proveen evidencia de que la participación en un club deportivo conlleva a un pequeño, pero significativo no consumo de la TV por 4.2 minutos por día de la semana y por 3.6 minutos sábados y domingos. Poniendo este hallazgo en relación con la asistencia promedio de los niños a un club deportivo, pudimos inferir que ejercitándose aproximadamente 1-2 veces por semana en un club deportivo lleva a una reducción de 28 minutos de mirar TV por semana. Parece improbable que este hallazgo pueda explicar las mejoras sustanciales en total en las cualidades de capital humano del niño debido la participación en un club deportivo. Desafortunadamente, el KiGGS no nos proporciona más información sobre las actividades de ocio del niño ni aproximadamente su tiempo dedicado a las actividades relacionadas a la escuela, como las tareas escolares. Por lo tanto, nosotros podemos concluir que la participación en un club deportivo conlleva a acumular algunas actividades "pasivas", pero nosotros no sabemos si estimula aún más actividades "activas" o "estimulantes del desarrollo".

## 6 Conclusión

Mientras las diferentes disciplinas reconocen la importancia de adquirir una mejor salud, educación y comportamiento durante la infancia para obtener resultados en la vida más tarde, el rol de las actividades extracurriculares para su formación no es, sin embargo, totalmente conocido. Para este propósito, nosotros investigamos los efectos de las actividades deportivas en diferentes medidas de la salud, rendimiento escolar y comportamiento entre el niño de escuela preescolar y el niño de escuela primaria.

Nuestros resultados indican efectos positivos de la participación deportiva sobre la salud del niño, su educación y su comportamiento: en conjunto, las calidades de la escuela del niño y su comportamiento, en particular la relación con sus pares, mejoran substancialmente; Los resultados son robustos al usar datos diferentes y estrategias empíricas, así como al incluir variables desconcertantes inadvertidas simuladas. Sólo efectos beneficiosos iniciales en la salud del niño no son robustos para la inclusión de las condiciones de salud anteriores.

Nuestros resultados resaltan la importancia de las actividades físicas para el desarrollo del niño. Alentar a los niños a participar en deportes y apoyando la infraestructura necesaria, por lo tanto, debería ser, y en muchos países ya lo es, un objetivo importante de la política. Más investigación debe calificar esta declaración por un análisis de costos-beneficios.

Nuestros resultados también proveen evidencia de que los efectos positivos de hacer deportes en un club son explicados parcialmente por un aumento en la actividad física ya que la participación en un club deportivo no complica otras actividades deportivas. Los efectos son más fuertes en las ciudades donde los niños tienen menos oportunidades de ser estar físicamente activos fuera de los clubes deportivos - como también por una reducción en las actividades pasivas como mirar la TV. No obstante, "haciendo deportes en un club" todavía tiene muchas más dimensiones que, con los datos en mano, nosotros no podemos explorar. La participación en un club deportivo desafía a los niños a tomar la iniciativa y planificar, llevarlo a cabo, y lograr una meta valorada. La participación en un club deportivo expone a los niños a la cooperación con otros niños en un equipo que puede hacerlos mejor jugadores del equipo en otras situaciones en la vida y, así, puede explicar la reducción en los problemas de pares. Hacer deporte en un club muchas veces viene junto con la participación en competiciones. La victoria en la competición puede elevar la autoestima de niño mientras la derrota, a pesar de los efectos negativos eventuales en la autoestima del niño, puede enseñarles a cómo lidiar con tal situación. La investigación futura, por lo tanto, debe intentar profundizar más sobre los mecanismos a través de los cuales, las actividades deportivas pueden influir en la formación de habilidades, y pueden desenredar varios canales a través de los cuales el efecto puede trabajar.

Si bien aporta evidencia sobre los efectos a corto plazo de la participación en los clubes deportivos, nuestro estudio se queda corto en la evaluación de sus efectos a largo plazo o sostenidos en la edad adulta joven y más allá. En suma, nuestro estudio no responde si los efectos sostenidos dependen de la participación continuada en los clubes deportivos o en un régimen de ejercicio equivalente en los años siguientes. Tales preguntas son importantes de evaluar el beneficio total de los clubes deportivos y deben dirigir la investigación a futuro.

## Reconocimientos

Una versión previa del artículo fue presentada en las Universidades de Saskatoon (Canadá), Friburgo (Alemania), York (Reino Unido), y Loughborough (Reino Unido). Fue presentado más tarde en el Joint Winter Econometrics Seminar en Engelberg (Suiza), la 2da Conferencia -europea sobre Economía Deportiva en Colonia (Alemania), el EIEF en Roma (Italia), y el iHEA en Toronto. Nosotros agradecemos a los participantes, en particular Bernd Fitzenberger, Franco Peracchi, y Toman Barsbai por sus comentarios útiles y sugerencias. Finalmente, nosotros queremos agradecer al Instituto Robert Koch y en particular a Martin Schlaud y a Heribert Stolzenberg por su apoyo con los datos de KiGGS.

## REFERENCIAS

1. Andriacchi TP, Andersson GB, Fermier RW, Stern D, Galante JO. (1980). A study of lower-limb mechanics during stair-climbing. *J Bone Joint Surg Am.* 1980;62:749-757.
2. Biewener AA, Farley CT, Roberts TJ, Termaner M. (2004). Muscle mechanical advantage of human walking and running: Implications for energy cost. *J Appl Physiol.* 2004;97: 2266-2274.
3. Blazevich AJ, Cannavan D, Coleman DR, Horne S. (2007). Influence of concentric and eccentric resistance training on architectural adaptation in human quadriceps muscles. *J Appl Physiol.* 2007;103:1565-1575.
4. Blazevich AJ, Gill ND, Deans N, Zhou S. (2007). Lack of human muscle architectural adaptation after short-term strength training. *Muscle Nerve.* 2007;35:78-86.
5. Bobbert MF, Mackay M, Schinkelshoek D, Huijing PA, van IngenSchenau GJ. (1986). Biomechanical analysis of drop and countermovement jumps. *Eur J ApplPhysiolOccup Physiol.* 1986;54:566-573.
6. Butterfield TA, Herzog W. (2006). The magnitude of muscle strain does not influence serial sarcomere number adaptations following eccentric exercise. *PflugersArchivEur J Physiol.* 2006;451:688-700.
7. Close RL. (1972). Dynamic properties of mammalian skeletal muscles. *Physiol Rev.* 1972;52: 129-197.
8. Eng J. (2003). Sample size estimation: How many individuals should be studied? *Radiology.* 2003;227:309-313.
9. Enoka RM. (1996). Eccentric contractions require unique activation strategies by the nervous system. *J Appl Physiol.* 1996;81:2339-2346.
10. Fang Y, Siemionow V, Sahgal V, Xiong F, Yue GH. (2001). Greater movement-related cortical potential during human eccentric versus concentric muscle contractions. *J Neurophysiol.* 2001;86:1764-1772.
11. Ferri A, Scaglioni G, Pousson M, Capodaglio P, Van Hoecke J, Narici MV. (2003). Strength and power changes of the human plantar flexors and knee extensors in response to resistance training in old age. *ActaPhysiol Scand.* 2003;177:69-78.
12. Fyfe I and Stanish WD. (1992). The use of eccentric training and stretching in the treatment and prevention of tendon injuries. *Clin Sports Med.* 1992;11:601-624.
13. Hansen P, Bojsen-Moller J, Aagaard P, Kjaer M, Magnusson SP. (2006). Mechanical properties of the human patellar tendon, in vivo. *ClinBiomech (Bristol, Avon).* 2006; 21:54-58.
14. Herzog W, Guimaraes AC, Anton MG, Carter-Erdman KA. (1991). Moment-length relations of rectus femoris muscles of speed skaters/cyclists and runners. *Med Sci Sports Exerc.* 1991;23:1289-1296.
15. Herzog W, Kamal S, Clarke HD. (1992). Myofibril lengths of cat skeletal muscle: theoretical considerations and functional implications. *J Biomech.* 1992;25:945-948.
16. Herzog W, Leonard TR, Renaud JM, Wallace J, Chaki G, Bornemisza S. (1992). Force-length properties and functional demands of cat gastrocnemius, soleus and plantaris muscles. *J Biomech.* 1992;25:1329-1335.
17. Herzog W, terKeurs HE. (1988). Force-length relation of in-vivo human rectus femoris muscles. *Pflugers Arch.* 1988;411:642-647.
18. Hortobagyi T, Hill JP, Houmard JA, Fraser DD, Lambert NJ, Israel RG. (1996). Adaptive responses to muscle lengthening and shortening in humans. *J Appl Physiol.* 1996; 80:765-772.
19. Huijing PA, Nieberg SM, vdVeen EA, Etema GJ. (1994). A comparison of rat extensor digitorumlongus and gastrocnemius medialis muscle architecture and length-force characteristics. *ActaAnat (Basel).* 1994;149:111-120.
20. Karamanidis K, Arampatzis A. (2006). Mechanical and morphological properties of human quadriceps femoris and triceps surae muscle-tendon unit in relation to aging and running. *J Biomech.* 2006;39:406-417.
21. Kongsgaard M, Reitelseder S, Pedersen TG, Holm L, Aagaard P, Kjaer M, Magnusson SP. (2007). Region specific patellar tendon hypertrophy in humans following resistance training. *ActaPhysiol (Oxf).* 2007;191:111-121.
22. Kubo K, Kanehisa H, Azuma K, Ishizu M, Kuno SY, Okada M, Fukunaga T. (2003). Muscle architectural characteristics in women aged 20-79 years. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35:39-44.
23. Kubo K, Yata H, Kanehisa H, Fukunaga T. (2006). Effects of isometric squat training on the tendon stiffness and jump performance. *Eur J Appl Physiol.* 2006;96:305-314.
24. Lynn R, Talbot JA, Morgan DL. (1998). Differences in rat skeletal muscles after incline and decline running. *J Appl Physiol.* 1998;85:98-104.
25. Macaluso A, De Vito G. (2004). Muscle strength, power and adaptations to resistance training in older people. *Eur J Appl Physiol.* 2004;91:450-472.
26. Nardone A, Romano C, Schieppati M. (1989). Selective recruitment of high-threshold human motor units during voluntary isotonic lengthening of active muscles. *J Physiol.* 1989;409:451-471.
27. Rees JD, Lichtwark GA, Wolman RL, Wilson AM. (2008). The mechanism for efficacy of eccentric loading in Achilles tendon injury; An in vivo study in humans. *Rheumatology (Oxford).* 2008;47:1493-1497.
28. Reeves ND, Maganaris CN, Longo S, Narici MV. (2009). Differential adaptations to eccentric versus conventional resistance training in older humans. *Exp Physiol.* 2009; 94:825-833.
29. Reeves ND, Maganaris CN, Narici MV. (2003). Effect of strength training on human patella tendon mechanical properties of older individuals. *J Physiol.* 2003;548:971-981.
30. Reeves ND, Narici MV, Maganaris CN. (2004). Effect of resistance training on skeletal muscle-specific force in elderly humans. *J Appl Physiol.* 2004;96:885-892.
31. Reeves ND, Narici MV, Maganaris CN. (2004). In vivo human muscle structure and function: Adaptations to resistance training in old age. *Exp Physiol.* 2004;89:675-89.
32. Roig M, O'Brien K, Kirk G, Murray R, McKinnon P, Shadgan B, Reid WD. (2009). The effects of eccentric versus concentric resistance training on muscle strength and mass in healthy adults: A systematic review with meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2009;43: 556-568.

33. Rutherford OM, Jones DA. (1986). The role of learning and coordination in strength training. *Eur J ApplPhysiolOccup Physiol.* 1986;55:100-105.
34. Seynnes OR, de Boer M, Narici MV. (2007). Early skeletal muscle hypertrophy and architectural changes in response to high-intensity resistance training. *J Appl Physiol.* 2007;102:368-73.68.
35. Suetta C, Andersen JL, Dalgas U, Berget J, Koskinen S, Aagaard P, Magnusson SP, Kjaer M. (2008). Resistance training induces qualitative changes in muscle morphology, muscle architecture, and muscle function in elderly postoperative patients. *J Appl Physiol.* 2008;105:180-186.
36. Urlando A, Hawkins D. (2007). Achilles tendon adaptation during strength training in young adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39:1147-1152.

### **Cita Original**

Baptista, Rafael; Onzi, Eduardo; Goulart, Natália; Dos Santos, Luis; Makarewicz, Gabriel; Vaz, Marco (2016) Effects of Concentric Versus Eccentric Strength Training on the Elderly's Knee Extensor Structure and Function. *Journal of Exercise Physiology Online*, 19 (3), 120-132.