

Evaluación de las variaciones de tensión arterial y frecuencia cardíaca en relación al trabajo de *spinning* en adolescentes

Dr Gustavo Pérttega

Cátedra de Fisiología Aplicada del Instituto Dr Dalmacio Vélez Sársfield.

Resumen

Los adolescentes están entre las poblaciones menos estudiadas en el campo de las actividades físicas y salud. Problemas especiales relacionados con su comportamiento, limitaciones éticas en los estudios y la falta de una historia de dedicación a la investigación a temas de salud de un modo científico en el mundo escolar son unas pocas del "montonazo" de causas que determinan esta circunstancia. Por otra parte, los Profesores de Educación Física algunas veces tienden a sentirse desalentados por motivo de lo que ellos piensan que es un "pobre trabajo" de los chicos en la clase de Educación Física en términos de demanda fisiológica y consecuentemente en términos de cambios orgánicos que son positivos para la capacidad física y la salud. Esta investigación representa el comienzo de una línea de trabajo en una institución educativa que apunta a llenar ese espacio vacío en el vínculo entre educación e investigación en salud y capacidad física. También busca ser una prueba del real impacto de un tipo de trabajo sobre el organismo adolescente, y haciendo esto, alentar al Profesor de Educación Física en su tarea, proveyendo prueba de los cambios orgánicos que tienen lugar dentro de la clase y que permiten creer en las transformaciones estructurales y funcionales que la misma determina. 36 adolescentes de entre 14 y 16 años, 11 mujeres y 25 varones de una institución educativa de nivel medio que realizaron un trabajo de *spinning* durante la clase de Educación Física fueron evaluados. La frecuencia cardíaca, presión sanguínea sistólica y diastólica fue registrada antes y en medio del trabajo. Las mujeres tuvieron consistentemente valores más bajos de ambos parámetros tanto "en reposo" cuanto en medio de la tarea. Algunos varones tuvieron altos niveles de presión antes del trabajo, que tendieron a normalizarse y en algunos casos a bajar durante el mismo. Algunos individuos varones y mujeres mostraron valores de presión que descendían durante la actividad. El comportamiento de la frecuencia cardíaca fue mucho más regular: la misma aumentaba casi en todos los individuos. En general los resultados muestran un impacto real pero bajo del trabajo de *spinning* en el apa-

rato cardiovascular durante la clase, lo que permite inferir que, repetido a lo largo del año regularmente, causará cambios estructurales y funcionales para el aparato cardiovascular que son beneficiosos para la salud sin causar riesgos cardíacos ni vasculares. Los resultados también tienden a mostrar que necesitamos repensar el concepto de "reposo" en la vida de los adolescentes y en su manejo habitual del día, debido a que algunos registros de "reposo" apuntaban en el sentido de que es posible que para algunos adolescentes no haya "reposo".

Summary

Adolescents are among the less studied population in the field of physical activities and health. Special issues in this group related with its behavior, ethical limitations of the studies and lack of a history of dedication to the investigation of health issues in a scientific manner in the scholar world are a few of the awful lot of causes that determines this circumstance. Gym Teachers otherwise, sometimes tend to feel discouraged with the fact of, they think, is a "poor workout" of the children in the gym class in terms of physiological demand and consequently in terms of organic changes that are positive for physical capacity and health. This investigation represents the beginning of a work line in an educational institution that aims to fulfill this empty space in the link of the education, health and physical capacity investigation. It also seeks to be a prove of the real impact that a type of workout causes on the adolescent organism, and by so doing, to encourage Gym Teacher in their work, by proving the verified organic changes that take place within the class that permit to believe in the structural and functional transformation that the scholar gym class can determine. 36 adolescents between 14 and 16 years old, 11 females and 25 males of a middle level educational institute that do a *spinning* workout during the gym class were evaluated. The cardiac frequency, systolic and diastolic blood pressure were registered before and within the workout. Females show consistently low values of both parameters either "at rest" or in the middle of the workout but the differences were not significant. Some males show high levels of blood pressure before the workout, with a tendency to stabilize and in some

Correspondencia. Dr Gustavo Pérttega
E-mail: gperttega@yahoo.es

cases get low within. Some individual, males and females exhibit descending values of blood pressure during the activity. The behavior of the cardiac frequency was much more regular: It rises in almost all individual. As a whole, the results show a real but still low impact of the spinning workout in the cardiovascular system within the class, which permit to infer that, repeated along the year regularly, it will cause structural and functional changes in the cardiovascular system that are beneficial to the health without cardiac or vascular risks. The results also tend to show that we need to rethink the concept of "rest" in the adolescent life and habitual management of the child day, for some registers of the "rest" pointed to the conclusion that may be that to some adolescent "there are no rest".

Introducción

El entrenamiento físico en actividades de resistencia como carrera de fondo, natación y ciclismo produce una serie bien definida de cambios anatómicos y metabólicos que sostienen una modificación fisiológica identificada con un efecto de entrenamiento y clásicamente conocida en fisiología del ejercicio como "efecto fitness",¹ que abarca modificaciones de la contractilidad miocárdica, grado de dilatación arterial y, por consiguiente, modifica los valores de frecuencia cardíaca y tensión arterial en reposo y a cualquier intensidad de ejercicio submáxima en el sentido de "abaratar" el costo energético del funcionamiento cardíaco y disminuir la tensión arterial,^{2,3} con evidentes y probadas repercusiones benéficas en salud a largo plazo, en términos de prevención primaria y secundaria de enfermedad arteriocoronaria, hipertensión arterial y accidente cerebrovascular.⁴

En los niños prepúberes las dimensiones cardíacas y valores de presión arterial son menores y durante mucho tiempo preocupó a los fisiólogos la pregunta de si los individuos prepúberes son igualmente susceptibles a los ejercicios de resistencia en términos de causar las alteraciones fisiológicas benéficas detalladas. Es sabido que el mero crecimiento y desarrollo tiende a producir cambios iguales al "efecto fitness",⁵⁻⁷ por lo que resulta difícil, al aplicar cargas de trabajo físico a los niños prepúberes, discriminar los cambios debidos solamente al crecimiento y desarrollo de aquellos atribuibles al efecto de entrenamiento. Así, durante mucho tiempo estuvo en cuestión la certeza del hecho de que dichos efectos tuvieran realmente lugar en los prepúberes. Obed Bar Or hizo una revisión,⁸ una serie de estudios que sugirieron que antes de la pubertad hay muy poco o ningún cambio en la potencia aeróbica máxima a partir del entrenamiento de resistencia.

Sin embargo, varias investigaciones recientes han demostrado que el sistema cardiovascular de los niños prepúberes puede adaptarse al entrenamiento de resistencia si se cumplen criterios de frecuencia, intensidad y duración del trabajo. Por otra

parte, alrededor de los 14 años en las niñas y entre los 16 y 18 en los varones se alcanzan los valores dimensionales corporales que los determinan como adultos desde el punto de vista orgánico, de modo que puede asumirse la entrenabilidad de los adolescentes desde este punto de vista, toda vez que, corporalmente y a estos fines, los adolescentes de esas edades pueden considerarse adultos.

La expectativa de que se produzcan los cambios fisiológicos esperados como consecuencia de la aplicación de un trabajo de resistencia a largo plazo depende del período a lo largo del cual se aplique y del número de sesiones semanales durante ese lapso, datos fácilmente contabilizables. En cambio, la evaluación de si la intensidad del ejercicio fue suficiente para poder afectar al aparato cardiovascular requiere una instrumentalización, incluyendo aparatos de registro y una metodología de observación.

También es importante, considerando que esta investigación se desarrolla en el ámbito educativo, extraer las consecuencias pedagógicas de una experiencia como ésta tanto en términos de utilización del estudio como recurso pedagógico con los adolescentes, pudiendo utilizarlo como vehículo de contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales relacionados con su cuerpo, la salud y la actividad física, como así también como herramienta para entrenar a los Profesores de Educación Física en los métodos e instrumentos de la investigación fisiológica, y para alentarlos en su tarea de administrar el trabajo corporal de los adolescentes, ya que es frecuente que los Profesores tengan la percepción de que la carga de trabajo físico que aplican a las chicas y chicos es insuficiente para provocar cambios orgánicos positivos.

Finalmente, este estudio abrió una reflexión sobre las implicancias del método observacional de investigación, que creemos permitió descubrir el carácter un tanto artificioso de conceptos emanados de la Fisiología experimental, como el concepto de "reposo", que siendo indispensable como modelo interpretativo para la investigación experimental y para la descripción y comprensión de los fenómenos fisiológicos, puede ser realmente inadecuado para la interpretación de las situaciones corporales concretas con las que se trabaja en clínica.

Material y método

Fueron estudiados 11 chicas y 25 chicos de escuela media de entre 14 y 16 años. Los alumnos desarrollan la clase de Educación Física en el seno de la cual se aplica una carga de trabajo de resistencia en bicicleta fija de tipo *spinning*, a lo largo de un tiempo promedio de 15 minutos, atravesando diferentes intensidades de tarea. Se efectuó una medición de frecuencia cardíaca y de presión sanguínea previa a la entrada en tarea, sin modificar el modo en que el alumno estaba disponiendo del cuerpo antes de

la misma, de lo que resulta que el grado de movilización cardiovascular podía ser muy diferente de alumno a alumno en relación con cuál hubiera sido su nivel de actividad física inmediatamente anterior a la tarea. Luego se realizó otra medición de frecuencia y presión avanzado el trabajo corporal.

Se utilizaron cicloergómetros *TITANIUM*[®] con freno mecánico para la tarea, y las mediciones se hicieron con un tensiómetro digital *OMRON*[®] modelo *HEM-742INT*.

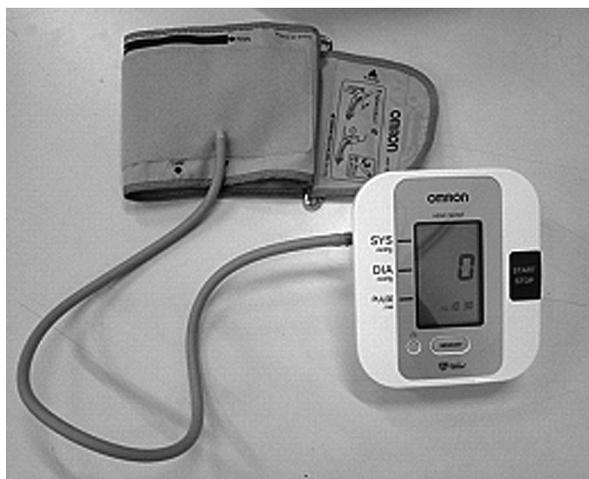
Resultados

Los resultados de las mediciones de frecuencia cardíaca, tensión arterial sistólica y diastólica previos al trabajo e intraesfuerzo en varones y mujeres fueron los siguientes:

Cicloergómetro



Tensiómetro



Discusión

Dado que la línea de trabajo que seguimos toma nota de que el ámbito de realización de nuestra tarea es el educativo, los objetivos del estudio se extienden a través de la dimensión fisiológica y pedagógica, por lo que las consideraciones se referirán sucesivamente a ambos aspectos. También consideramos que la realización de un trabajo observacional de este tipo nos permitió adquirir una valiosa experiencia en relación a los instrumentos conceptuales y aparatos útiles para la evaluación de sujetos en movimiento, que pueden no ser los mismos que se utilizan en el sujeto en reposo, por ejemplo, en el consultorio médico. Por último, hemos podido reflexionar sobre las limitaciones y potencialidades operativas de un trabajo observacional como éste comparado con un trabajo experimental o epidemiológico, que son los modelos que históricamente han sido más utilizados en fisiología del ejercicio.

Varones en reposo			Varones en ejercicio		
TA	TA	FC	TA	TA	FC
95	68	102	100	61	101
118	64	69	119	63	75
130	58	72	148	61	81
145	85	70	152	93	102
126	67	87	135	80	117
142	70	77	132	71	98
119	70	99	138	79	101
200	130	139	115	66	112
127	89	100	129	93	160
118	84	120	196	131	122
130	93	82	128	90	135
121	85	91	103	67	112
141	67	108	170	75	146
117	57	82	141	73	87
135	77	51	129	72	53
126	63	127	130	79	96
149	61	107	135	60	87
149	76	115	149	76	95
153	70	150	140	70	110
153	70	103	129	69	95
115	64	107	116	70	94
145	72	117	117	53	76
135	73	90	115	81	82
133	68	109	121	59	88
132	66	95	126	86	78

Mujeres en reposo			Mujeres en ejercicio		
TA	TA	FC	TA	TA	FC
113	75	101	100	65	92
121	75	133	113	77	116
111	73	123	106	76	105
109	71	105	100	72	93
103	65	83	115	67	102
107	75	101	116	73	145
114	73	87	138	63	97
120	71	87	128	79	131
107	63	79	98	51	156
112	71	96	114	74	96
116	78	88	108	46	86

Aspectos fisiológicos

Los resultados obtenidos confirmaron globalmente los datos que la fisiología humana clásica y la fisiología del ejercicio arrojan sobre modificaciones cardiovasculares agudas (es decir, las que ocurren dentro mismo del período de ejercicio) provocadas por el trabajo de resistencia. En la mayoría de los casos la frecuencia cardíaca tendió a subir, lo mismo que la presión sanguínea sistólica. La tensión arterial diastólica se mantuvo más constante, subiendo un poco en algunos casos, disminuyendo en otros, pero en todo caso en menor medida que la presión máxima.⁹

Clásicamente estos cambios son descriptos como relativos a la necesidad de aumentar el volumen por minuto circulatorio (el aumento de la frecuencia cardíaca, que junto con el del volumen sistólico que no puede evaluarse por estos medios causaría este aumento del volumen circulatorio por minuto), y el aumento de la presión sanguínea en relación a la necesidad de mayor perfusión en las masas musculares involucradas en el trabajo, siendo mayor el aumento de la sistólica debido a que durante esa fase del ciclo cardíaco las arterias están comunicadas con un ventrículo en contracción generando un gran volumen sistólico y con contractilidad aumentada, y menor el aumento de la diastólica ya que en ese momento las arterias están separadas de la cavidad ventricular por el cierre de la válvula aórtica y sometidas solo a la presión del retroceso elástico de sus paredes. Todos estos cambios implican un aumento del trabajo cardiovascular, conceptualizable a nivel cardíaco en términos del consumo de energía, que aumenta, y a nivel arterial en términos de un estrés mecánico de sus paredes obligadas a soportar mayor presión. Esta dinámica circulatoria aumentada se expresa en forma de un índice de trabajo cardiovascular llamado “doble producto”, el cual se obtiene multiplicando el valor de frecuencia cardíaca por el de presión arterial sistólica y que aumenta normalmente hasta cierto punto en el ejercicio de resistencia. Todos estos cambios fueron confirmados por los resultados del trabajo.

Cuando el trabajo físico produce dilatación vascular en los músculos involucrados determina una disminución de la resistencia periférica a ese nivel. Esto determina una diferencia importante entre dos modelos de activación cardiovascular. En primer lugar, aquel que puede llamarse “estrés cardiovascular de reposo” caracterizado por una alta frecuencia cardíaca y una alta presión arterial sistólica, pero con un árbol arterial estrechado por la contracción del músculo liso arterial provocada por el estrés. Este modelo de hiperdinamia cardiovascular identificado con la “sobrecarga de presión” del corazón es sumamente deletéreo para la función ventricular pues exige al ventrículo desarrollar gran fuerza contráctil contra una considerable poscarga representada por el aumento de la resistencia periférica, de ahí que

a largo plazo este modelo de activación lleve a una hipertrofia ventricular patológica con aumento del consumo de oxígeno miocárdico y predispone a la enfermedad arterial coronaria y eventualmente a la insuficiencia cardíaca como punto final de la evolución natural de este proceso.

Por otro lado, está el modelo de activación cardiovascular que se deja llamar “estrés de ejercicio”, el cual se caracteriza por aumento de la frecuencia cardíaca y fuerza contráctil ventricular contra una poscarga influida por la dilatación de territorios vasculares tanto más extensos cuanto mayores sean las masas musculares puestas en juego en el ejercicio. Este modelo de hiperdinamia con “sobrecarga de volumen” cardíaca hace más fisiológico el estrés aplicado al ventrículo, lo que lo llevará a un perfil de modificaciones estructurales y funcionales que a largo plazo abaratarán su funcionamiento tanto en reposo como a cualquier intensidad de ejercicio submáxima, recomendando estos resultados los tipos de trabajo de resistencia que pueden provocar estas modificaciones, como la caminata, carrera, ciclismo, escalador y trabajo corporal continuo en el agua como *acqua gym* o natación, tareas todas donde grandes masas musculares dilatan sus territorios vasculares “haciendo lugar” al volumen minuto aumentado determinado por el ejercicio.

El testimonio de un “estrés de ejercicio” es una frecuencia cardíaca aumentada acompañada de una presión sanguínea sobre todo diastólica mínimamente aumentada, normal o aún disminuida, todo lo cual fue encontrado en los resultados de este estudio como efecto de un tipo de trabajo de resistencia, el de *spinning* en cicloergómetro, que cumple puntualmente con las determinaciones mencionadas en términos de involucrar grandes masas musculares.

Todas las fuentes hacen mención a los menores valores de presión sanguínea de las mujeres, lo que también fue confirmado como hallazgo en este estudio.

Asimismo, es destacable la mayor inestabilidad de los cambios de presión sanguínea frente a los de frecuencia cardíaca. La frecuencia cardíaca aumentó prácticamente en todos los sujetos estudiados como consecuencia del trabajo, mientras que la presión sanguínea se comportó más irregularmente, y en algunos casos tendió a disminuir intraesfuerzo cuando los valores “de reposo” eran altos. Estos hallazgos expresan una más compleja causalidad de la presión sanguínea con respecto al comportamiento cardíaco: El corazón *debe* aumentar su producción de trabajo para proveer volumen sanguíneo a los tejidos (en este caso, los músculos esqueléticos) que lo piden, mientras que la presión arterial, como expresión de un constructo de comportamiento vascular que involucra muchos territorios arteriales y mayor cantidad de influencias aparte la demanda del ejercicio (tono simpático,

estado de hidratación etc), puede comportarse más irregularmente.¹⁰

En todo caso, la verificación concreta que hemos hecho de la movilización cardiovascular provocada por este trabajo es testimonio de su eficacia para provocar cambios agudos cardiovasculares que, repetidos en una frecuencia determinada a lo largo de un período adecuado, puede esperarse que provoquen cambios estructurales y funcionales más permanentes.¹¹

Aspectos pedagógicos

Las clases de Educación Física con adolescentes representan un desafío organizativo y una enorme exigencia para el Profesor, toda vez que el movimiento corporal de los alumnos tiende naturalmente a excitarlos psicofísicamente en unas ocasiones, mientras que en otras muchos alumnos se muestran abúlicos y faltos de disposición para la tarea. Este es un comportamiento normal en esta edad, y fue descripto y teorizado oportunamente por Günter y Schnabel.¹²

El docente se ve así a cargo de un grupo formado por sujetos con actitudes diferentes, debe tratar de organizarlos, uniformar en lo posible su nivel de desempeño físico y todavía intentar que la propuesta pedagógica sea divertida y convocante. También debe preocuparse porque esté al alcance de la capacidad física de todos los alumnos de la clase y que represente una carga de trabajo suficiente para causar cambios orgánicos beneficiosos en términos de capacidad física y salud.

Se comprende la complejidad y tamaño de la tarea del docente, en la cual muchos aspectos deben ser tenidos en mente y controlados al mismo tiempo y muchos objetivos deben ser cumplidos, vastedad de objetivos que puede amenazar la confianza tanto del mismo como de los alumnos en la eficacia de la tarea para los fines que se propone.

Una de las dimensiones de la que puede desconfiarse es concretamente si la magnitud de la carga de trabajo es la suficiente para "afectar", en un sentido positivo, el organismo del alumno. La determinación de si el estándar para estos fines se alcanza o no es difícil, ya que la observación de los índices de trabajo corporal es instrumentalmente desafiante.

No basta "tener la impresión" de que el trabajo es el adecuado, sino que se requieren instrumentos válidos, objetivos y reproducibles de observación.

La medición de frecuencia cardíaca y tensión arterial por medio de un aparato de registro confiable incorpora así el instrumento de la determinación probada de que se alcanzó la magnitud de trabajo que se deseaba, despejando dudas con respecto a esto.

Si la frecuencia cardíaca aumenta en una magnitud determinada lo mismo que la tensión arterial, significa que agudamente y por causa del trabajo

aplicado se perturbó la homeostasis del sistema cardiovascular lo suficiente como para obligarlo a un aumento de su trabajo. Si esta perturbación de la homeostasis se hace habitual (de acuerdo a las diferentes fuentes esta habitualidad fluctúa entre la recomendada de dos o tres veces por semana y la probada de una vez por semana),¹³ entonces puede inferirse que los cambios crónicos estructurales y funcionales cardíacos y arteriales se producirán.

De este modo, este estudio tiende a afirmar el método de *spinning* de trabajo de resistencia como herramienta eficaz para provocar los cambios orgánicos deseados a nivel cardiovascular, lo que de frente a la comunidad educativa incluidos docentes, alumnos y padres, se convierte en un valor y posiblemente en un relanzamiento de la confianza en la clase de Educación Física más allá de la percepción subjetiva de la misma.

La otra observación que pudimos hacer es el valor del trabajo de investigación como "presencia escénica" en la clase, como vehículo de motivación para los alumnos y como recurso pedagógico para transmitir contenidos.

En repetidas ocasiones, y al momento de ser evaluados o ver que lo era un compañero, los alumnos manifestaron interés en los propósitos, naturaleza y resultados del estudio, pudiendo a partir de estas inquietudes explicarse sencillamente hechos fisiológicos que forman parte del programa de otras áreas, en particular Ciencias Naturales, pudiendo también transmitirles explicaciones sobre la Fisiología del cuerpo humano con el apoyo de su vivencia como refuerzo pedagógico, como a la hora de que identifiquen, una vez registrada, el valor de frecuencia cardíaca mostrado en la pantalla del tensiómetro con el pulso digitalmente percibido por ellos mismos, explicar el concepto de frecuencia cardíaca y su significación como índice de la intensidad de trabajo.

Consideramos importante que en la continuidad de la línea de trabajo que seguimos y proponemos en el ámbito educativo, se valore el potencial pedagógico de este tipo de tarea.

Aspectos instrumentales y prácticos

La investigación en temas de salud relacionada con la actividad física reconoce dos modelos consagrados históricamente:

- El modelo experimental en el que los sujetos son sometidos a cargas de trabajo controladas como variable independiente y se evalúan parámetros fisiológicos y de salud como variables dependientes presumiblemente causadas por el ejercicio y...

- El modelo observacional epidemiológico, en general, por encuesta en la que se pregunta al sujeto por su nivel de actividad física actual y/o histórico y se relaciona ese dato con parámetros fisiológicos intentando establecer relaciones causales en base a significación estadística.

Cada uno de estos modelos tiene ventajas y desventajas.

En el modelo experimental la ventaja es la posibilidad de administrar estrictamente cargas de trabajo determinadas con lo que se conoce de manera muy fehaciente la cantidad y tipo de ejercicio como variable independiente causante de cambios orgánicos. La desventaja es la relativamente escasa cantidad de sujetos que es posible estudiar (no más de unas cuantas decenas) y el tiempo relativamente breve a lo largo del cual se puede hacerlo (no más de unas cuantas semanas).

En el modelo epidemiológico la ventaja es la gran cantidad de sujetos de estudio y la desventaja la falta de confiabilidad de unos resultados que se obtienen por encuesta.

El modelo de estudio que presentamos es relativamente diferente de ambos. Se trata de un estudio de tipo observacional, en el que, por lo tanto, no se intenta manejar experimentalmente el ejercicio ni ningún otro parámetro como variable. Al mismo tiempo es un estudio que implica relativamente pocos individuos. Estas características del trabajo pueden ser pensadas como desventajas en cuanto no permiten determinar (lo que no significa de ningún modo que no puedan objetivar) la "dosis" de ejercicio administrada, que es en cambio pautada por la propuesta pedagógica del Profesor. Tampoco puede entonces determinar, por ejemplo, un estado de reposo cumplido para funcionalizar los parámetros fisiológicos a esa situación (como se hace en experimentos fisiológicos donde los sujetos pueden ser puestos en reposo absoluto acostados, por ejemplo, durante 10 o 15 minutos antes de administrar el ejercicio), sino que los jóvenes concurren a la clase desde diversas situaciones de desempeño físico previas (vienen de jugar informalmente básquet o de una clase teórica sentados en el aula o de la calle etc) lo que impide homologar su condición como grupo al momento de entender los registros de "reposo".

Sin embargo, estos "pecados" metodológicos estigmatizados por el modelo experimental son lo único que permite conocer la verdad sobre las condiciones de trabajo reales de la clase, ya que si experimentalmente (es decir artificialmente) se pautara que todos los alumnos deben descansar acostados sobre colchonetas y en reposo 10 minutos antes de la clase y de ser registrados de ese modo, los parámetros cardiovasculares, que entonces sí serían de reposo, no se hubiera conocido la realidad fisiológica realmente heterogénea en que los alumnos llegan a la tarea para el comienzo de la clase.

Así, este modelo de estudio en su aplicación específica al ámbito en que se desarrolla, es decir, al ámbito educativo, con las limitaciones que sin duda tiene para lograr los ideales experimentales en términos de "situaciones fisiológicas tipo", tiene en cambio una gran potencia para descubrir la realidad fisiológica de los alumnos en *tarea real* y como

hecho grupal. Entonces, si queremos saber qué pasa fisiológicamente en relación al ejercicio no como hecho general ni en condiciones ideales sino *realmente* en la clase Educación Física escolar, deberemos aceptar las limitaciones operativas del modelo observacional planteado para conocer datos y relaciones que salen de otros modelos, que se aplican en otros ámbitos y relativamente con otros objetivos y aceptar sus ventajas de frente a la aplicación al ámbito específico en el que trabajamos.

Creemos que es éste el dispositivo de investigación que legítimamente merece el calificativo de "de campo", llenando la significación de que se trata de un recurso de observación para la descripción de la verdad estudiada que no perturba el objeto de estudio (en este caso, las modificaciones cardiovasculares agudas en la clase de Educación Física) y permite sin deformaciones el conocimiento de los hechos con los que el Profesor de veras se las entiende cotidianamente.

La realización concreta de las mediciones también permitió aprender aspectos prácticos relativos al modo e instrumentos del registro.

Dado que se trabaja en un gimnasio con un nivel de ruido ambiente alto, se renunció desde el principio a emplear un tensiómetro de registro auscultatorio, imposible de utilizar. Se probó con un tensiómetro digital de muñeca (los tensiómetros digitales arrojan resultados de tensión arterial sistólica, diastólica y frecuencia cardíaca de la misma toma), pero la técnica de utilización del mismo implica solidarizar el aparato a la muñeca y acercarlo al pecho a una altura determinada señalada por el aparato, que debe mantenerse allí durante todo el tiempo que dure el registro. Además, el movimiento del miembro superior mueve también el aparato, que está colocado en la muñeca y perturba su funcionamiento. Por todo esto se verificó que debido al tiempo excesivo que tardaba el dispositivo en señalar que estaba a la altura correcta y a causa de su susceptibilidad al movimiento, era muy frecuente que en el intento de medición arrojara "error" y debió descartarse.

Se arribó finalmente por experiencia al dispositivo consignado en material y método (tensiómetro digital OMRON[®] modelo HEM-742INT), cuyo "manguito inflable" se coloca a nivel braquial, pero el aparato monitor está separado del mismo al que se conecta solo por el tubo neumático. Sosteniendo este dispositivo a distancia del brazo, y por lo tanto, esencialmente quieto, se pudo lograr la práctica totalidad de los registros sin error, por lo que la experiencia demostró cuáles recursos técnicos eran adecuados para el tipo de estudio y cuáles descartar.

Conclusiones

- El trabajo de resistencia en la modalidad "*spinning*" en adolescentes en edad escolar y en la clase de Educación Física es eficaz para causar cambios

agudos cardiovasculares de frecuencia cardíaca y tensión arterial de una intensidad suficiente como para esperar que su aplicación asidua de manera crónica provoque cambios estructurales y funcionales benéficos para la salud y la capacidad física, pero no tan alta como para provocar riesgos cardíacos y vasculares indebidos.

- Las mujeres presentan valores de tensión arterial y frecuencia cardíaca menores a los de los hombres tanto en reposo como intraesfuerzo.

- El concepto de "reposo" en un sentido fisiológico, implicando un valor cercano al basal para los parámetros cardiovasculares en su identificación con la quietud corporal, resultó francamente engañoso y erróneo, toda vez que muchos sujetos que "estaban quietos" al momento del registro de "reposo" demostraron valores relativamente altos de frecuencia cardíaca y tensión arterial relacionados con la situación de desempeño físico y fisiológica previa a "estar quietos". Esto puede ser importante para los Profesores de Educación Física, al permitirles cuestionar la uniformidad de la situación fisiológica de sus alumnos a partir de la uniformidad de su nivel de desempeño físico en la clase.

- La frecuencia cardíaca aumenta consistentemente con el ejercicio, pero el comportamiento de la tensión arterial depende mucho del nivel previo al ejercicio (que, como vimos, no es necesariamente "reposo" a pesar de la quietud del cuerpo), en muchas ocasiones con niveles de presión sanguínea altos "con cuerpo quieto" el individuo puede estar en un estado de "estrés cardiovascular de reposo" que se modera y se hace más fisiológico con el ejercicio, pudiendo en estas circunstancias disminuir los valores de presión sanguínea y hacerlo acceder a un más saludable "estrés cardiovascular de ejercicio".

- El estudio de temas de Salud y Capacidad Física en el ámbito educativo puede convertirse en un importante recurso pedagógico, motivando a los docentes y a los alumnos a la tarea y convirtiéndose en recurso para la transmisión de contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales no solamente relacionados con la asignatura Educación Física, sino también con otras, en particular, de Ciencias Naturales.

- La metodología observacional es la más adecuada para el estudio de la realidad fisiológica en el ámbito educativo, toda vez que no perturba la propuesta pedagógica del docente ni las condiciones en que los alumnos llegan y se desarrollan en la clase, permitiendo acercarse a la verdad de la tarea docente sin la alteración que implicaría una metodología experimental.

- La práctica de este tipo de estudios permite un aprendizaje de metodologías y de recursos instrumentales aprovechable para nuevos estudios de este tipo.

Visión

Desarrollar un área de investigación sobre temas de Salud y Actividad Física en el marco de la institución educativa representa una línea de trabajo especial, en particular, a nivel nacional. Otros ámbitos y metodologías de investigación en Medicina del Deporte, Fisiología del Ejercicio y Actividad Física y Salud como los de la experimentación en laboratorio o las encuestas a grandes poblaciones desde el consultorio o por otros medios pueden ofrecer rendimientos en términos de conclusiones útiles para una clínica médica en relación al ejercicio físico o para establecer niveles de actividad física en poblaciones determinadas con fines de diseñar políticas de salud etc, pero si se quiere que las conclusiones resulten útiles específicamente para el ámbito de la Educación Física Escolar, consideramos que no existe mejor alternativa que *observar* por medio de estudios *de campo* lo que la Educación Física *hace concretamente*. La capacidad para desarrollar esta tarea se conformará con los saberes fundamentadores clásicos de la Fisiología del Ejercicio, de la Educación Física, de la Medicina del Deporte etc, apoyados en la experiencia ganada solamente en la tarea, experiencia que es el medio exclusivo en base al cual encontrarse materialmente con las dificultades metodológicas e instrumentales, validar recursos, descartar otros y construir saber para mejorar las propuestas de la Educación Física en su aplicación concreta al área de Educación Formal. *No existe ningún otro modo de llegar a una investigación aplicada a la Educación en este campo que no sea trabajar dentro del ámbito educativo*; ni los más serios de los estudios realizados en otros ámbitos podrán constituir una fundamentación igualmente valiosa para la Escuela, toda vez que se basan en poblaciones diferentes a las cuales se les aplican cargas de trabajo totalmente distintas a las dadas a los alumnos y pretender proceder en Educación Física a partir de inferencias de investigaciones de ese tipo es negociar con la inadecuación de la herramienta por falta de iniciativa de mejorarla.

La Educación Física como práctica profesional y las Instituciones Educativas como empresas sociales colectivas al servicio de objetivos comunitarios de bien común deben acceder a su adultez profesional e institucional para instalar los dispositivos de investigación *propios* de los que salga la permanente reformulación de su tarea.

La escuela continúa en esta línea de trabajo con esta visión y con esta convicción.

Referencias

1. Mc Ardle WD, Katch FI and Katch VL (1981). Exercise Physiology. Energy, Nutrition and Human Performance. Philadelphia: Lea & Febiger.

2. López Chicharro J, Fernández Vaquero A (2006). Fisiología del Ejercicio. Madrid: Editorial Panamericana.
3. Wilmore JH, Costill DL. Fisiología del Esfuerzo y del Deporte. Barcelona: Editorial Paidotribo.
4. Haskell WL, Leon SA, Casperen CJ, Frpelicher VF, Hagberg JM, Harlan W, et al (1992). Cardiovascular benefits and assessment of physical activity and physical fitness in adults. *Med Sci Sports Exerc* 24.
5. Rowland TW (1985). Aerobic response to endurance training in prepubescent children: A critical analysis. *Med Sci Sport Exerc* 17:493-497.
6. Rowland TW (1990). Exercise and Children's Health. Champaign, IL: Human Kinetics.
7. Rowland TW, Staab J, Unnithan V, Siconolfi S (1988). Maximal cardiac responses in prepuberal and adult males. *Med Sci Sport Exerc* 20.
8. Bar Or O (1989). Trainability of the prepubescent child. *Phys Sportsmed* 17:65-81.
9. Guyton Hall (2011). Tratado de Fisiología Médica. Barcelona. Elsevier.
10. Jirayos Ch, LOwenthal DT. Exercise in Treating Hipertension (2002). *The Physician and Sportsmedicine*. Vol 30-NO 3. March.
11. The fifth report of the Joint National Committee on Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Pressure (JNCV). *Arch Intern Med* 1993;153 (2):154-183.
12. Meinel K, Schnabel G. Teoría del Movimiento. Buenos Aires. Editorial Stadium.
13. Weineck J (2005). Entrenamiento Total. Barcelona. Editorial Paidotribo.