



Revista Iberoamericana de
FISIOTERAPIA y KINESIOLOGIA

www.elsevier.es/rifk



ORIGINAL

Contribución al estudio de los efectos sistémicos neurovegetativos del masaje terapéutico mediante el análisis espectral de la variabilidad de la frecuencia cardíaca[☆]

M. Caufriez^{a,b,c}, J.C. Fernández-Domínguez^{d,*}, P. Perinel^e, S. Mairlot^e,
F. Dierick^e y B. Van Ostaeyen^e

^a Universidad Gimbernat-Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, España

^b Laboratorio de Fisiología ocupacional y del entorno de la Comunidad francesa de Bélgica (HEPHS-ISEK), Bruselas, Bélgica

^c Université Libre de Bruxelles, Bruselas, Bélgica

^d Universitat de les Illes Balears, Palma de Mallorca, España

^e Haute École Charleroi Europe, Charleroi, Bélgica

Recibido el 7 de febrero de 2011; aceptado el 2 de febrero de 2012

Disponible en Internet el 21 de marzo de 2012

PALABRAS CLAVE

Masaje;
Frecuencia cardíaca;
Fotopletismografía;
Sistema nervioso
vegetativo

Resumen

Objetivo: Analizar las modificaciones que el masaje terapéutico produce en la actividad neurovegetativa sistémica del organismo a través del estudio de la modificación de la actividad autónoma cardíaca.

Material y método: Estudio comparativo sobre 15 mujeres de la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) (intervalo R-R) obtenida mediante fotopletismografía durante 2 sesiones de 20 minutos de duración: control y masaje. Dicha VFC fue medida en 4 ocasiones diferentes sobre duraciones de 5 minutos cada una. La sesión de masaje consistió en *effleurage* superficial y presiones deslizadas de gran amplitud. Además, las participantes debían cumplimentar inmediatamente después de la sesión de control y de la de masaje el cuestionario de la escala visual analógica (EVA) de bienestar.

Resultados: Para comparar los resultados obtenidos se ha utilizado el t-test pareado de Student y se ha empleado el coeficiente de correlación de Pearson para cuantificar la fuerza de la relación existente entre distintos tiempos en cada uno de los parámetros. Se observa un aumento estadísticamente significativo de la VFC (potencia total) y también un aumento de la actividad parasimpática en la sesión de masaje durante los 5 últimos minutos del mismo (respecto a valores basales), superior a la sesión control. Esta respuesta, sin embargo, tiende a disminuir 5 minutos después de la interrupción del mismo. Finalmente, la puntuación de la EVA de bienestar

[☆] La realización de las sesiones de control y masaje, así como los estudios posteriores, se efectuaron en el Laboratorio de Fisiología ocupacional y del entorno de la Comunidad francesa de Bélgica (HEPHS-ISEK).

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: jcarlos.fernandez@uib.es (J.C. Fernández-Domínguez).

KEYWORDS

Massage;
Heart rate;
Photoplethysmography;
Autonomic nervous
system

aumentó significativamente después del masaje, pero su ganancia no se correlaciona con la evolución de las variables fisiológicas.

Conclusiones: El masaje aplicado sobre sujetos sanos tiene efecto sobre el sistema neurovegetativo.

© 2011 Asociación Española de Fisioterapeutas. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

Contribution to the study of autonomic systemic effects of therapeutic massage by power spectral analysis of heart rate variability

Abstract

Goal: To analyze the changes produced by therapeutic massage on systemic autonomic activity by analyzing the modification of cardiac autonomic activity.

Material and methods: A comparative study was performed on 15 women on the variability of heart rate variability (HRV) (RR interval) obtained by photoplethysmography for 2 20-minute sessions: control and massage. HRV was measured at 4 different times for periods of 5 minutes each. The massage session consisted of *effleurage* massage and wide-ranging sliding pressure. In addition, the participants had to fill out the well-being visual analogue scale (Well Being VAS) questionnaire immediately after the control and massage session.

Results: The paired Student's t-test was used to compare the results obtained. Pearson correlation coefficient was used to quantify the relationship existing between the different times in each one of the parameters. A statistically significant increase was observed in HRV (total power) as well as an increase in parasympathetic activity in the massage session during the last 5 minutes (relative to baseline) compared to control session. However, this response tends to decrease 5 minutes after its interruption/timeout. Finally, the Well Being VAS score shows a significant increase after the massage. However, its gain is not correlated to the changes in the physiological variables.

Conclusions: The massage applied on healthy subjects affects the autonomic nervous system.

© 2011 Asociación Española de Fisioterapeutas. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción

En los últimos decenios, las técnicas de masaje terapéutico¹ se han organizado según marcos conceptuales que las clasifican en función de la distinción entre métodos «clásicos» y «modernos» o de sus efectos terapéuticos. Ahora bien, en realidad los métodos «modernos» de masaje no representan más que una elaboración y un perfeccionamiento de las técnicas más antiguas y, por otro lado, las técnicas de masaje no deben clasificarse solo en función de sus efectos terapéuticos, debido a que una técnica dada puede producir múltiples efectos. En la actualidad una de las propuestas es definir un sistema de clasificación de las técnicas de masaje basada en aspectos anatómicos, operativos y heurísticos, además de en efectos terapéuticos y resultados, proponiéndose de este modo una clasificación en 6 categorías de técnicas de masaje²: sobre reflejos superficiales, sobre líquidos superficiales, neuromusculares, sobre el tejido conjuntivo, basadas en movimientos pasivos y percusivas.

Existen distintas teorías que se proponen explicar los mecanismos por los que se producen los distintos efectos, tanto mecánicos como fisiológicos y psicológicos que se le atribuyen, aunque dichas teorías precisan todavía de investigaciones más rigurosas, ya que en muchos casos únicamente se trata de suposiciones³. Entre ellos, y relacionados con los tipos de maniobras que vamos a desarrollar en nuestro estudio, se encuentran:

1. Disminución del dolor según la teoría del Gate-control¹. En nuestro trabajo este efecto no es interesante porque deriva exclusivamente de una respuesta somática periférica, es decir, producida a nivel espinal.
2. Efectos neurovegetativos. El masaje terapéutico podría producir una modificación de la actividad del sistema nervioso vegetativo (SNV), desplazando el equilibrio neurovegetativo hacia un predominio parasimpático¹. Esto ha sido puesto de manifiesto en varios estudios, así Diego et al.² observaron una mayor disminución de la frecuencia cardíaca y un cambio positivo hacia una activación EEG frontal izquierda en un grupo de sujetos en que se aplicó masaje terapéutico de presión moderada en comparación con otro grupo al que se le aplicó masaje terapéutico de presión ligera. Además, el incremento de la actividad EEG de onda lenta (delta) y el aumento de la actividad alfa y beta indicaron una respuesta de relajación para el grupo de masaje terapéutico de presión moderada³. Por el contrario, el grupo de masaje terapéutico de presión ligera experimentó un aumento de la frecuencia cardíaca y unos cambios en el patrón EEG indicativos de un estado de alerta aumentado, tal y como ya había sido constatado en estudios anteriores⁴, que habían observado un aumento de la actividad ortosimpática después de un masaje por *effleurage* superficial (presión ligera).

En otro estudio que comparó 2 grupos de niños pre-término a los que se les aplicó respectivamente masaje terapéutico de presión ligera versus moderada, se encontraron relaciones significativas entre la actividad vagal, la motilidad gástrica y la ganancia de peso, pero solo en el grupo de masaje terapéutico de presión moderada; de manera que estos ganaron más peso y mostraron un aumento de la actividad vagal y de la motilidad gástrica durante y después del tratamiento⁵.

Parecería por tanto que la presión es un factor determinante para la estimulación parasimpática⁶.

3. Influencia sobre los componentes químicos. Este efecto está relacionado con la disminución de las hormonas de estrés (cortisol y noradrenalina), observada en la aplicación del masaje terapéutico, habiéndose constatado también un aumento del nivel de serotonina, de la liberación de dopamina⁷ e incluso de endorfinas⁸, todo lo cual podría explicar la disminución de la ansiedad, de la depresión, el alivio del dolor, la mejora de la función inmunitaria y la impresión de bienestar que aporta el masaje^{7,9}.
4. Efectos mecánicos sobre tejidos blandos (por ejemplo a nivel cutáneo, subcutáneo, de la circulación sanguínea y linfática).
5. Efectos sobre la calidad del sueño.
6. Efecto placebo. Este aspecto va a tener una influencia sobre los efectos del masaje, de manera que es difícil aislar los resultados debidos a la activación de mecanismos fisiológicos de los concernientes a la importancia de este efecto placebo.

Basándonos en la clasificación de las principales categorías de técnicas de masaje anteriormente citada y teniendo como referente la utilizada en los protocolos de trabajo de los múltiples estudios llevados a cabo por Field et al.¹⁰ sobre este campo, en los que se distingue fundamentalmente entre masaje de presión ligera y moderada, nosotros, en este trabajo, vamos a aplicar una técnica de masaje consistente en *effleurage* superficial y presiones deslizadas de gran amplitud que van a producir una estimulación de distintos receptores situados en la piel susceptibles de producir respuestas tanto de tipo somático como neurovegetativo, con todas sus posibles consecuencias a nivel terapéutico.

Por tanto, el efecto de las maniobras de masaje tal y como las vamos a aplicar no sería simplemente local, sino que también afectaría a las dinámicas del organismo. Es por ello por lo que vamos a intentar medir la respuesta neurovegetativa que se produce durante el masaje a través del análisis de la modificación de la actividad autónoma cardiaca, habiendo elegido este sistema corporal porque pensamos que es el que mejor puede servir como reflejo de la actividad neurovegetativa sistémica global, ya que la respuesta cardiovascular afecta a todo el organismo y teniendo además en cuenta que el tono cardiaco autónomo está alterado en un gran número de patologías^{11,12}.

Para ello hemos utilizado como herramienta de medición del mismo, a diferencia de todas las investigaciones realizadas hasta ahora sobre este tema, la fotopletiografía, la cual nos va a permitir el estudio, mediante la denominada variabilidad de la frecuencia cardiaca (VFC), de las modificaciones que se producen en los intervalos

de tiempo que existen entre cada latido cardiaco (duración del intervalo R-R medido a partir del trazado de un ECG o dicho de otro modo, la frecuencia cardiaca instantánea) en respuesta al predominio que en cada momento el cuerpo sufre (en función de las modificaciones del entorno o del medio interno) de una de las 2 ramas del sistema neurovegetativo cardiaco: ortosimpático y parasimpático, produciéndose estas modulaciones de la señal del ritmo cardiaco a diferentes frecuencias (bandas de frecuencia) que tienen distinta interpretación a nivel clínico^{11,13,14}. De esta manera, la VFC¹⁵ representa un medio simple y no invasivo para estudiar las dinámicas de la repartición de la actividad autónoma entre los sistemas ortosimpático y parasimpático a nivel global, así como el denominado «equilibrio vagosimpático»^{13,14,16} considerado como un indicador del equilibrio neurovegetativo y que es uno de los parámetros más interesantes que vamos a analizar en nuestro trabajo.

Además, otra de las dificultades añadidas que se plantean a la hora de estudiar los efectos del masaje terapéutico es la propiedad de este de ser percibido de manera diferente en función de las características propias y del estado (físico, emocional, humor, etc.) de la persona que lo recibe, es por ello que también en nuestro estudio vamos a utilizar la medición de una variable de tipo subjetivo (además de las variables fisiológicas ya mencionadas) como es la escala visual analógica (EVA) de bienestar.

Por tanto, los objetivos generales del presente trabajo de investigación son:

1. Analizar la utilidad de la pletismografía como herramienta de medición de la VFC durante la aplicación de maniobras de masaje terapéutico.
2. Identificar las modificaciones inmediatas (a corto plazo) que produce en la actividad neurovegetativa sistémica del organismo la aplicación de *effleurage* superficial y presiones deslizadas de gran amplitud efectuadas a nivel de la espalda en sujetos sanos mediante el análisis de la actividad autónoma cardiaca a través de fotopletiografía y utilizando como parámetro de medición la VFC.
3. Examinar la relación entre los resultados de la escala de bienestar de la persona y las modificaciones de los parámetros fisiológicos que haya experimentado durante la sesión de masaje.

Material y métodos

El presente trabajo es un estudio piloto analítico cuasiexperimental antes-después.

Se desarrolló en el Laboratorio de Fisiología ocupacional y del entorno de la Comunidad francesa de Bélgica (HEPHS-ISEK), ajustándose a la normativa local vigente sobre ensayos clínicos en seres humanos. Se solicitó el consentimiento verbal y escrito de los pacientes respetando las normas de la Declaración de Helsinki.

Los sujetos

Las mediciones se efectuaron sobre un total de 15 mujeres de edad media 22 ± 1 año, que fueron todas aquellas que

voluntariamente se presentaron para participar en el estudio, y que cumplían con los criterios de selección marcados, entre los meses de enero y junio de 2010, entre las estudiantes de la Haute-École Charleroi Europe en Bélgica. Para este análisis inicial de la utilidad de la pletismografía en el análisis de la VFC durante la aplicación de las maniobras de masaje terapéutico anteriormente descritas, se ha optado por utilizar solo mujeres de una edad determinada con la finalidad de homogeneizar la población de estudio, puesto que distintos autores manifiestan la existencia de notables variaciones fisiológicas de la misma ligadas a la edad, y dentro de la misma franja etaria, en función del sexo¹⁵. Además, dada la existencia de otras numerosas variaciones fisiológicas ya conocidas de la VFC¹⁷⁻²¹, se establecieron unas condiciones de experimentación muy restrictivas para su realización, incluyéndose además una serie de criterios de selección con el objetivo de constituir un grupo lo más homogéneo posible para tratar de minimizar las variaciones interindividuales.

Las condiciones de experimentación fueron:

Los tests se desarrollaron en un cuarto tranquilo con luz de parámetros constantes (misma longitud de onda e intensidad). La temperatura del cuarto se mantuvo constante entre 24 y 26 °C durante la realización de los mismos.

Los sujetos fueron colocados en posición de decúbito ventral sobre una misma camilla de masaje con los brazos a cada lado de la cabeza, mientras el captor doppler era situado en el dedo índice de la mano derecha (dado que la señal era captada por fotopleximografía se pidió a las participantes que aquellos días no se pintasen las uñas).

Además, dado que la actividad autónoma y, por consiguiente la VFC, sufre variaciones según un ritmo circadiano en el que se ha constatado que durante la noche el componente BF disminuye mientras que el componente AF aumenta, así como también lo hace la potencia total del espectro²⁰, se pidió a todas las mujeres que se presentarían en un momento determinado del día, en concreto por la tarde, entre las 16 y 19 h (donde se cree que las variaciones son mínimas), para llevar a cabo las 2 sesiones que se iban a realizar con cada una de ellas en la misma franja horaria:

- En la primera sesión (sesión control) se las invitaba a instalarse lo más cómodamente posible, explicándoles que deberían mantenerse en esa posición 45 minutos, sin alterar voluntariamente su respiración.
- Para la segunda sesión (sesión de masaje) las consignas eran las mismas que para la primera, salvo que en este caso debían permanecer desnudas de cintura para arriba.

Los criterios de inclusión fueron:

- Sexo femenino.
- Edad: entre 20 y 29 años.

Como criterios de exclusión se determinó:

- Presencia de una patología cardíaca o de una enfermedad sistémica conocida (enfermedad digestiva, hormonal, respiratoria).
- Consumo de medicamentos que afecten a la función cardiovascular.

Además, se solicitó a las participantes que se abstuvieran de consumir cafeína, alcohol o nicotina durante las 4 horas previas al experimento, así como realizar cualquier esfuerzo físico intenso (actividad deportiva) el día del mismo. Asimismo, habrán debido pasar al menos 4 horas entre la última comida del sujeto y el momento del experimento. Por último, los sujetos debían gozar de buena salud el día de la realización de los tests (por ejemplo, no debían tener tos, fiebre, etc.).

Instrumentos de medición

El instrumento utilizado para llevar a cabo la medición de la VFC es un fotopleximógrafo que forma parte del pack emWave PC® (Freeze Framer®, Boulder Creek, California, EE. UU.).

El tratamiento de los datos proporcionados por el fotopleximógrafo se realizó de la siguiente forma:

- Inicial: la señal captada por el fotopleximógrafo es transformada mediante el software Freeze-Framer® en duración de intervalo entre 2 latidos cardíacos (intervalo R-R) dentro del complejo QRS normal, el cual es convertido en un gráfico o tacograma de la VFC (curva de coherencia cardíaca) proporcionando un dato cada medio segundo.
- Finalmente los datos de variabilidad son exportados a una hoja de Excel® con el fin de realizar el análisis espectral. Para el análisis de la VFC se ha utilizado el campo de la frecuencia y dentro del mismo el método espectral de la transformación rápida de Fourier, cuya finalidad es descomponer el tacograma de la VFC en ondas sinusoidales de diferentes frecuencias, obteniéndose las siguientes bandas de frecuencias (0,04 < baja frecuencia (BF) < 0,15 Hz y 0,15 < alta frecuencia (AF) < 0,4 Hz). Entonces, mediante un análisis estadístico de la distribución de los datos de frecuencia se obtiene el espectro de densidad de potencia, que representa la amplitud (ms^2) de cada banda de frecuencia de la señal, es decir, la proporción de potencia de cada componente de bandas de frecuencia: BF y AF, y también a partir de estas proporciones se puede calcular la potencia total del espectro de densidad (ms^2). Para una mejor comprensión de cómo se obtiene el espectro de la densidad de potencia a partir de la distribución de los datos de frecuencia, hay que tener en cuenta que la potencia total del análisis espectral es matemáticamente igual a la varianza, es decir, al cuadrado de la desviación estándar de los intervalos R-R.

Además, para la evaluación de las medidas subjetivas se empleó la EVA de bienestar²²: en ella, cada sujeto debía situarse sobre una «escala de bienestar», que va de «bienestar mínimo» a «bienestar máximo», antes y después del masaje. La distancia en cm fue expresada en puntuación.

Descripción del experimento

Sesión control

El sujeto permanece vestido y se coloca en posición de decúbito ventral sobre la camilla de masaje. Después de 10 minutos de descanso, se comienza la primera medida (T1),

registrando el intervalo entre los latidos cardiacos durante 5 minutos (esta duración va a ser siempre idéntica para todas las tomas de medida)¹¹. La segunda medida de 5 minutos (T2) le sigue inmediatamente después. Posteriormente se espera 10 minutos antes de tomar la tercera medida de 5 minutos (T3), y la última medida (T4) es tomada 5 minutos después del final de la tercera medida.

El sujeto debe cumplimentar entonces la EVA de bienestar.

Sesión de masaje

Se inicia siempre aproximadamente una hora después de haber finalizado la sesión control (aproximadamente siempre a las 18.00 h), antes de colocarse nuevamente en decúbito ventral sobre la camilla con el torso desnudo hasta el nivel sacro. En los momentos en que el sujeto permaneció tumbado en la camilla fuera del periodo de masaje, su torso fue cubierto por 2 toallas.

Como durante la sesión control, la primera toma de medida (T1) comienza después de 10 minutos de descanso. La segunda (T2) le sigue inmediatamente después, simultáneamente con el comienzo del masaje.

Se trató de un masaje de 20 minutos aplicado sobre toda la región posterior del raquis (del nivel cervical hasta el nivel sacro), y que constaba de *effleurage* superficial y presiones deslizadas de gran amplitud aplicados en movimientos circulares realizados sobre un ritmo lento que deberá ser lo más regular posible (el terapeuta es siempre el mismo y se sitúa a la cabeza del sujeto). La tercera medida (T3) es tomada durante los 5 últimos minutos de masaje, y la última (T4), 5 minutos después del final del masaje. Con el fin de no interrumpir este, el registro fue tomado por una tercera persona durante ambas sesiones.

Por último, el sujeto cumplimentaba nuevamente la EVA de bienestar al finalizar la sesión de masaje (fig. 1).

Análisis estadístico

Hemos transformado los datos de VFC en componentes de BF y AF para cada serie temporal y para cada sujeto, de manera que ha sido calculada la parte relativa de cada

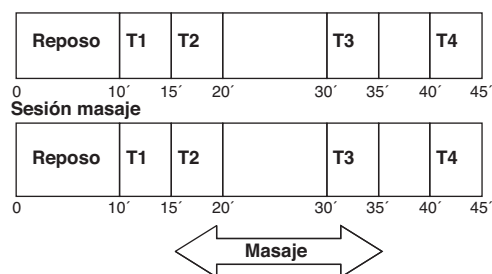


Figura 1 Esquema cronológico de los intervalos de las sesiones control y masaje.

NOTA: en cada una de esos tiempos (T1, T2, T3, T4) se midió (en registros de 5 minutos) la potencia total del espectro de densidad (PT), la densidad de potencia del componente de alta frecuencia (AF) y la densidad de potencia del componente de baja frecuencia (BF); todas ellas expresadas en expresadas en ms². Además, al final de la sesión control y al final de la sesión masaje se administró la escala EVA de bienestar.

componente BF y AF según las recomendaciones de 1996 de la Task Force of the European Society of Cardiology¹¹, obteniéndose unos parámetros que denominaremos %BF y %AF. Calculamos asimismo la ratio BF/AF, la cual es considerada un indicador del equilibrio neurovegetativo¹⁶.

También hemos normalizado los valores absolutos de estos componentes BF y AF, expresando los valores de los tiempos T2, T3 y T4 respecto al valor del tiempo T1 (T1 = 1), con el fin de calcular las diferencias relativamente a T1 en cada sujeto.

Se realiza un análisis descriptivo de todas estas variables cuantitativas utilizando la media y la desviación estándar. Se comprueban los supuestos de normalidad.

Para analizar si existía una diferencia significativa de las medias para cada parámetro: potencia total del espectro (PT), componente de BF, componente de AF, ratio BF/AF, entre el tiempo T1 (considerado como el valor de referencia) y los 3 tiempos siguientes, y esto en cada una de las 2 condiciones posibles (control y masaje), hemos utilizado el t-test pareado de Student. Además, también hemos utilizado este mismo test para determinar si existía una diferencia significativa entre las puntuaciones de las medidas subjetivas de bienestar antes y después del masaje.

Finalmente, se ha empleado el coeficiente de correlación de Pearson para cuantificar la fuerza de la relación existente entre el valor de inicio (T1) de cada uno de esos parámetros citados anteriormente y las diferencias obtenidas entre dichos valores de T1 a T3 durante la sesión de masaje.

Se ha fijado un nivel de confianza al 95% para un coeficiente $\alpha = 0,05$ para el conjunto de los tests estadísticos efectuados.

Los datos se han analizado mediante el programa estadístico SPSS® 15.0.

Resultados

Potencia total del espectro: intensidad total expresada en ms²

Comparación de las medias (fig. 2)

En la sesión control, la comparación de las medias de la PT no permite poner en evidencia una diferencia significativa

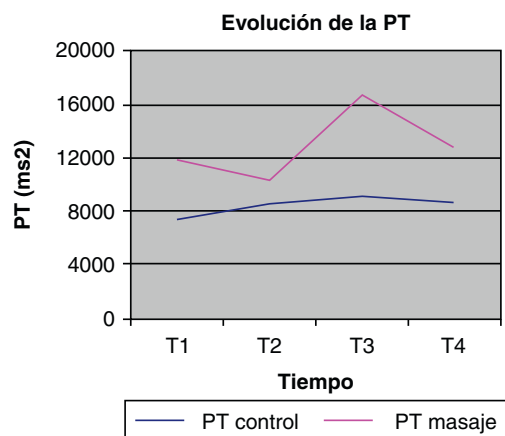


Figura 2 Representación gráfica de la media de las PT durante cada una de las sesiones (control y masaje).

Tabla 1 Comparación de las medias de los valores de la potencia total (medidas en ms^2) entre los distintos tiempos (T1, T2, T3 y T4)

PT	Media 1 (DE)	PT	Media 2 (DE)	p
C1	7.336 (5.872)	C2	8.623 (7.268)	0,29
C1	7.336 (5.872)	C3	9.004 (7.315)	0,291
C1	7.336 (5.872)	C4	8.789 (7.934)	0,503
C2	8.623 (7.268)	C3	9.004 (7.315)	0,755
M1	11.872 (19.168)	M2	10.449 (6.526)	0,717
M1	11.872 (19.168)	M3	16.680 (18.836)	0,028 (S)
M1	11.872 (19.168)	M4	12.793 (16.796)	0,457
M2	10.449 (6.526)	M3	16.680 (18.836)	0,122

C1, C2, C3 y C4: medias de las PT de la sesión control durante los tiempos T1, T2, T3 y T4, respectivamente; D: desviación estándar; M1, M2, M3 y M4: medias de las PT de la sesión de masaje durante los tiempos T1, T2, T3 y T4, respectivamente; S: estadísticamente significativo.

entre el tiempo de referencia (T1) y los 3 tiempos siguientes. Parece por tanto que en términos de PT, la VFC no cambia a lo largo del tiempo cuando el sujeto está en reposo.

En la sesión de masaje observamos una diferencia significativa entre la PT media de referencia (en el tiempo T1) y la PT media en el tiempo T3, es decir, durante los 5 últimos minutos de masaje ($p=0,028$), pareciendo que a partir de los 15 primeros minutos de masaje, la PT aumenta (tabla 1).

Comparación de las medias de las diferencias

Observamos que entre el tiempo de referencia T1 y el T3, la diferencia media de la PT es significativamente superior durante la sesión de masaje ($p=0,028$): la PT aumentó por término medio el 24,3% ($\pm 70,6\%$) durante la sesión control, mientras que aumentó el 140,1% ($\pm 176,3\%$) durante la sesión de masaje (tabla 2).

Componente de baja frecuencia

Comparación de las medias: baja frecuencia en unidades normalizadas (%BF)

Las comparaciones 2 a 2 (realizadas de la misma forma que hemos descrito en la tabla 1 para la comparación de las medias de los valores de PT) entre las medias de las potencias de BF (%BF)²³ en los diferentes tiempos (T1, T2, T3 y T4) tanto durante la sesión control como masaje no permiten concluir la existencia de ninguna diferencia significativa.

Comparación de las medias de las diferencias

Las diferencias evolucionan del mismo modo durante ambas sesiones, y aunque gráficamente se observa que hay una evidencia de diferencia proporcional importante entre la situación control y la situación de masaje a favor de esta última (fig. 3), esta no es estadísticamente significativa en ningún momento.

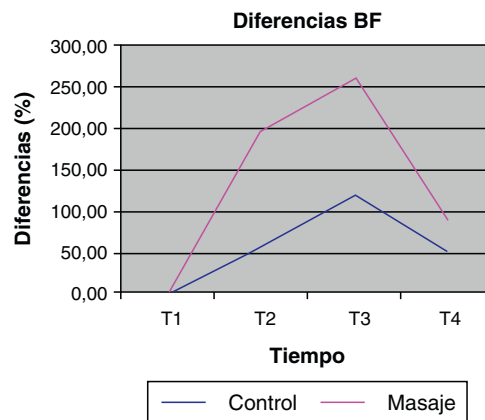


Figura 3 Representación gráfica de la evolución de las diferencias de la BF durante cada una de las sesiones (control y masaje).

Componente de alta frecuencia

Comparación de las medias: alta frecuencia en unidades normalizadas (%AF)

En las comparaciones entre las medias de las potencias de AF (%AF)²³ no se obtuvieron (al igual que ocurrió con las de %BF) diferencias estadísticamente significativas.

Comparación de las medias de las diferencias

Al igual que ocurría en el componente de BF, las diferencias también evolucionan del mismo modo durante ambas sesiones (fig. 4); sin embargo, en este caso, estas sí se muestran como estadísticamente significativas entre T1 y T3 ($p=0,028$): de manera que las medias de las diferencias del componente AF aumentaron por término medio el 4,6% ($\pm 67,7\%$) durante la sesión control, y el 143,5% ($\pm 224,1\%$) durante la sesión de masaje (tabla 3).

Es decir, en las condiciones de nuestro experimento, el componente AF aumentó más entre T1 y T3 cuando el sujeto recibía el masaje.

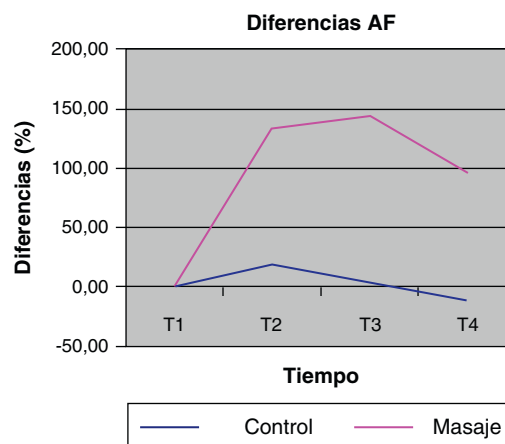


Figura 4 Representación gráfica de la evolución de las diferencias de la AF durante cada una de las sesiones (control y masaje).

Tabla 2 Comparación de la media de las diferencias de la potencia total en los tiempos T2, T3 y T4 respecto al tiempo T1 entre las 2 sesiones (control y masaje), medidas en ms²

Diferencias PT	Media 1 (DE)	Diferencias PT	Media 2 (DE)	p
C2	12,2 (44,3)	M2	201,8 (471,2)	0,147
C3	24,3 (70,6)	M3	143,1 (176,3)	0,028 (S)
C4	6,4 (51,5)	M4	46,2 (101,2)	0,236

C2, C3 y C4: medias de las diferencias de la PT de la sesión control durante los tiempos T2, T3 y T4, respectivamente (respecto a T1); DE: desviación estándar; M2, M3 y M4: medias de las diferencias de la PT de la sesión de masaje durante los tiempos T2, T3 y T4, respectivamente (respecto a T1); S: estadísticamente significativo.

Tabla 3 Comparación de la evolución del componente de alta frecuencia en relación a T1 entre las 2 sesiones (control y masaje)

Diferencias AF	Media 1 (DE)	Diferencias AF	Media 2 (DE)	p
C2	18,7 (78,4)	M2	132,9 (224,4)	0,112
C3	4,6 (67,7)	M3	143,5 (224,1)	0,028 (S)
C4	-11,6 (50,7) ^a	M4	96,9 (220,3)	0,086

C2, C3 y C4: medias de las diferencias de AF en la sesión control durante los tiempos T2, T3 y T4, respectivamente (respecto a T1); DE: desviación estándar; M2, M3 y M4: medias de las diferencias de AF en la sesión de masaje durante los tiempos T2, T3 y T4, respectivamente (respecto a T1); S: estadísticamente significativo.

^a El signo negativo en la media del componente AF (-11,6) indica que dicha media en el T1 es superior a la del T4 en la sesión control.

Ratio baja frecuencia/alta frecuencia

La ratio BF/AF está considerada como un indicador del equilibrio neurovegetativo a nivel cardiaco y por tanto de la variación neurovegetativa a nivel sistémico.

Ha sido calculada para cada sujeto, a cada tiempo T, relacionando los valores absolutos de los componentes BF y AF del espectro de densidad.

La comparación de las medias de la ratio BF/AF para cada tiempo T en relación al tiempo de base (T1) no permite concluir en una modificación significativa de esta variable, ya sea durante la sesión control o durante la sesión de masaje (tabla 4).

Comparación de las medias de las diferencias

Dado que en este caso trabajamos sobre una ratio, basta con calcular la diferencia con relación al tiempo T1 de la siguiente manera:

Diferencia Tx (%) = (BF/AF en el tiempo Tx - BF/AF en el tiempo T1) × 100

Se puede observar que en términos de diferencias, las tendencias son opuestas entre las 2 sesiones (fig. 5): en efecto, observamos una disminución de la ratio BF/AF del 16,4% (± 74,9%) entre T1 y T3 durante la sesión de masaje, mientras que durante la sesión control se aprecia un aumento por término medio del 33% (± 97,3%), lo que significa que durante el masaje hay una tendencia a una respuesta de AF más importante, sobre todo en los 5 últimos minutos del mismo, a pesar de que esta diferencia entre ambas sesiones tampoco puede ser considerada como estadísticamente significativa (tabla 5).

En este parámetro se pudo determinar la existencia de una correlación significativa entre el valor de la ratio BF/AF en el tiempo de base (T1) y la diferencia entre T1 y T3 (p=0,002; r=-0,764). Por tanto, en nuestro experimento,

Tabla 4 Comparación de las medias de las ratios baja frecuencia/alta frecuencia entre los distintos tiempos (T1, T2, T3 y T4)

BF/AF	Media 1 (DE)	BF/AF	Media 2 (DE)	p
C1	0,64 (0,42)	C2	0,762 (0,677)	0,415
C1	0,64 (0,42)	C3	0,972 (0,839)	0,208
C1	0,64 (0,42)	C4	0,906 (0,729)	0,148
C2	0,789 (0,677)	C3	0,972 (0,839)	0,409
M1	0,850 (0,645)	M2	0,863 (0,448)	0,926
M1	0,850 (0,645)	M3	1,014 (0,515)	0,411
M1	0,850 (0,645)	M4	0,764 (0,512)	0,572
M2	0,863 (0,448)	M3	1,014 (0,515)	0,312

C1, C2, C3 y C4: ratio BF/AF de la sesión control durante los tiempos T1, T2, T3 y T4, respectivamente; DE: desviación estándar; M1, M2, M3 y M4: ratio BF/AF de la sesión de masaje durante los tiempos T1, T2, T3 y T4, respectivamente.

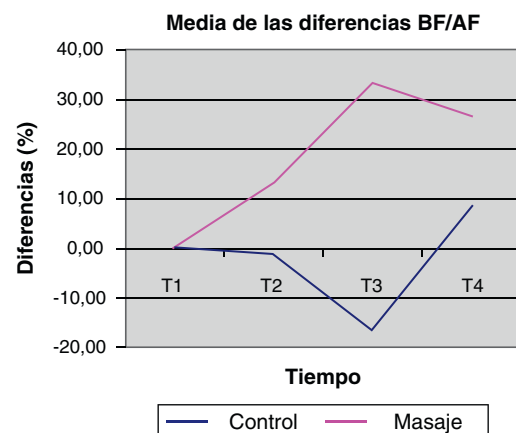
**Figura 5** Representación gráfica de la evolución de las diferencias de la ratio BF/AF durante cada una de las sesiones (control y masaje).

Tabla 5 Comparación de la evolución de la ratio baja frecuencia/alta frecuencia en los tiempos T2, T3 y T4 en relación a T1 entre las 2 sesiones (control y masaje)

Diferencias BF/AF	Media 1 (DE)	Diferencias BF/AF	Media 2 (DE)	p
C2	12,9 (59,6)	M2	-1,3 (54,7)	0,485
C3	33 (97,3)	M3	-16,4 (74,9)	0,216
C4	26,3 (64)	M4	8,4 (59,7)	0,5

C2, C3 y C4: diferencia de la ratio BF/AF de la sesión control durante los tiempos T2, T3 y T4, respectivamente (respecto a T1); DE: desviación estándar; M2, M3 y M4: diferencia de la ratio BF/AF de la sesión de masaje durante los tiempos T2, T3 y T4, respectivamente (respecto a T1).

De esta manera, C2/M2, C3/M3 y C4/M4 es la comparación de la diferencia de la ratio BF/AF, respectivamente, en los tiempos T2, T3 y T4 de la sesión control y de la sesión masaje (respecto a T1).

cuanto más bajo era el nivel de base de la ratio, más había aumentado después de los 15 minutos de masaje.

Medidas subjetivas: comparación de las medias de la escala visual analógica de bienestar

La puntuación de la escala expresada por los sujetos era por término medio de 3,88 ($\pm 1,63$) antes del masaje, y de 7,78 ($\pm 1,51$) después del masaje.

Según el t-test de Student, esta diferencia es altamente significativa ($p=0,000$), de manera que parece que después del masaje los sujetos experimentan una sensación de bienestar superior a la que tenían antes del masaje.

Hemos analizado las correlaciones entre las diferencias (antes-después del masaje) de las puntuaciones de la EVA de bienestar con las variables de la VFC medidas el día del masaje, de manera que se pudo comprobar que dichas diferencias no presentaban una correlación positiva significativa con ninguna de las variables de la VFC (tabla 6).

Discusión

Se trata del primer estudio (estudio piloto) que examina la VFC en el momento del masaje utilizando la onda de pulso en lugar del trazado ECG como señal de salida/análisis, aunque se debe reseñar que varios estudios han demostrado la eficacia de este sistema como una alternativa al ECG para evaluar la VFC²⁴, de manera que existen autores que incluso van a atribuirle una precisión mayor a esta técnica puesto que permite evitar «parásitos» y la lectura de la señal de salida es más fácil²⁵.

Tabla 6 Correlaciones entre las distintas variables de la variabilidad de la frecuencia cardiaca con las diferencias obtenidas en la escala visual analógica de bienestar antes-después de la sesión de masaje

	Diferencias en la escala visual analógica de bienestar
Diferencias PT (T3)	$p=0,365$; $r=-0,252$
Diferencias AF (T3)	$p=0,42$; $r=-0,225$
Diferencias BF (T3)	$p=0,689$; $r=-0,113$
Ratio BF/AF (T1)	$p=0,198$; $r=-0,352$
Diferencias BF/AF (T3)	$p=0,865$; $r=-0,048$

La observación de los resultados obtenidos en este estudio en cuanto a la evolución de las medias de los parámetros que miden el equilibrio neurovegetativo (%BF, %AF, ratio BF/AF) parece poner de manifiesto que la repartición de la densidad del espectro de la PT no cambia de forma estadísticamente significativa ni a lo largo de la sesión control ni tampoco a lo largo de la sesión de masaje. Sin embargo, y aunque no se observa una diferencia significativa entre las medias de los componentes AF y BF (en unidades normalizadas) ni tampoco respecto a las medias de la ratio BF/AF entre los diferentes tiempos (T2, T3, T4) respecto a T1, sí que se puede apreciar una diferencia proporcional importante entre T3 y T1 respecto a dichos componentes, que aunque no sea estadísticamente significativa, debido probablemente al reducido tamaño de la muestra, sí que podría resultar clínicamente significativa.

De hecho, el análisis de la correlación de los parámetros BF y AF en el tiempo de referencia (T1) y su diferencia respecto al tiempo T3, es decir, el análisis centrado en la media de las diferencias (que permite limitar el sesgo debido al valor absoluto de partida de cada variable), sí que permite apreciar una diferencia estadísticamente significativa en lo que concierne al componente AF a pesar del reducido tamaño de la muestra. Respecto a la ratio BF/AF, se observa que aunque tiende a disminuir entre T1 y T3 durante la sesión de masaje, nuevamente la media de las diferencias no se muestra como estadísticamente significativa.

Estos resultados implicarían que el hecho de recibir o no un masaje no parece influir sobre la evolución de la actividad ortosimpática (representada por el componente BF)^{14,26}, la cual tiene tendencia a aumentar ligeramente en ambas sesiones en los tiempos T2 y T3. Sin embargo, traducen un aumento más importante de la actividad parasimpática (representada por el componente AF)¹¹ durante el masaje, acompañada por una tendencia al desplazamiento del equilibrio neurovegetativo (representado por la ratio BF/AF), hacia un predominio parasimpático. Esto corrobora los resultados del estudio de Delaney et al.²², quienes encontraban resultados similares, con un aumento del componente AF y una disminución de la ratio BF/AF. Natsuko²⁷ también evaluó la VFC en pacientes con lumbalgia, en primer lugar tras 3 días de descanso y luego después de 3 días de haber realizado un masaje, habiendo observado las mismas tendencias que nosotros hemos encontrado, tanto respecto a la sesión control (aumento de la ratio BF/AF) como a la sesión de masaje (disminución de dicha ratio).

Además, el análisis de la media de las diferencias en la ratio BF/AF también pone en evidencia una evolución diferente en cada caso en función del equilibrio neurovegetativo de base de cada uno de los sujetos. Respecto a este punto, se constata que las personas que presentaban una ratio BF/AF baja de base (inferior a 0,8) vieron su ratio aumentar, mientras que las que tenían una ratio superior a 1 la vieron disminuir, y esto tanto más cuanto más elevado era la ratio de base. Es decir, las mujeres que tenían una VFC muy débil y una dominancia ampliamente ortosimpática vieron su VFC aumentar y su equilibrio neurovegetativo desplazarse hacia un predominio parasimpático, gozando de los efectos potencialmente benéficos del masaje, y en cambio las que ya tenían una VFC importante respondieron de forma inversa. Esto se aproxima a la idea de que el masaje devuelve al estado de equilibrio en una situación problemática, de modo que la persona tratada responde de manera adaptada en función de su estado.

Respecto a la influencia de las condiciones de aplicación del masaje, se deben comentar 2 aspectos, a nuestro juicio, importantes:

- o En primer lugar, algunos investigadores⁶, debido al efecto placebo, preconizan la utilización para el grupo control de un masaje «placebo» de presión ligera o de una sesión de relajación. Según sus estudios, la utilización de una presión moderada es fundamental para aumentar la actividad parasimpática, de manera que estos investigadores sostienen que el mecanismo que conduce a una modificación del equilibrio neurovegetativo pone en juego a los receptores cutáneos a la presión (células de Merkel). Por ello, podría ser interesante analizar si obtendríamos los mismos resultados utilizando como control un masaje «placebo».
- o En segundo lugar, comentar que la duración de la sesión de masaje también parece influir sobre la amplitud de los efectos de este. En el metaanálisis de Moyer et al.²⁸ sobre 37 estudios y 9 variables diferentes a propósito de las investigaciones realizadas sobre los efectos del masaje terapéutico, se aprecia que la duración de este es el único factor que influye de manera significativa sobre los efectos del propio masaje. Según estos autores, los masajes de una duración superior a 30 minutos generan efectos superiores a la media (en comparación con el resto de estudios incluidos de duración inferior), mientras que los de duración inferior tienen como resultado efectos inferiores a la media, siendo en ambos casos estadísticamente significativos (95%). Esta influencia de la duración del masaje parece corroborarse en nuestro experimento. Aunque no hemos encontrado en la literatura científica ningún estudio referente a la duración mínima requerida para producir un efecto significativo, nuestro estudio parece demostrar, en las condiciones de nuestra experimentación, que se necesitan como mínimo 15 minutos de masaje para obtener dicho efecto (que se produce, como hemos visto, en el sentido de un aumento de la estimulación parasimpática).

Limitaciones del estudio

1. Utilización de un masaje «placebo» para el grupo control por las razones anteriormente expuestas.

2. Utilización de sujetos sanos en el grupo intervención. Dado que la intervención se trata de un masaje con finalidad terapéutica, sería preciso observar en estudios posteriores si se encuentra ese mismo tipo de cambios, por ejemplo, en sujetos enfermos o sometidos a algún tipo de tratamiento.
3. Reducido tamaño de la muestra utilizada. Esto implica que los resultados de este estudio piloto deberán ser confirmados por investigaciones posteriores realizadas con un tamaño muestral adecuado, cuyo cálculo podría estar basado en los datos preliminares obtenidos en el presente estudio. Además, sería necesaria la aplicación a distintos grupos de población (edad, sexo, etc.) para aumentar la validez externa de los resultados.
4. Respecto a la escala EVA de bienestar, no se ha utilizado una intervención de referencia de forma previa a la sesión control para poder realizar un análisis comparativo, de manera que no se puede inferir que los resultados obtenidos estén relacionados con la propia maniobra de masaje terapéutico. En cualquier caso, en este experimento la puntuación en la EVA de bienestar aumenta significativamente el día del masaje, asemejándose este resultado al obtenido en los trabajos de Sarafino²⁹. Además, respecto a las correlaciones entre la EVA de bienestar y las variables de la VFC podemos decir que, en nuestro estudio, las participantes que tenían la VFC más importante de base experimentaban la mayor ganancia de bienestar, pareciendo por tanto que en nuestro experimento no hubiera una clara relación entre lo que la persona siente y la evolución de las modificaciones fisiológicas que sufre. De todas formas, este punto deberá ser profundizado en estudios posteriores.

Además de esto, para poder cumplir con dicha finalidad terapéutica, también sería necesario que estos efectos inmediatos que hemos obtenido se mantuviesen a lo largo del tiempo (efecto de «memorización»), lo cual no parece lograrse en las condiciones de nuestra experimentación, puesto que en nuestro estudio existe una tendencia a la disminución de la respuesta parasimpática 5 minutos después de la interrupción del masaje. Los estudios existentes hasta el momento³⁰, si bien están referidos (como es nuestro caso) exclusivamente a sujetos sanos, muestran que parece posible modificar la VFC, y reprogramar, a base de ejercicios físicos activos o pasivos, un nuevo «patrón de VFC». Pensamos que para conseguir efectos a largo plazo se precisa un mayor número de sesiones, tal y como se refleja en estudios previos²⁸.

Conclusiones del estudio

1. Este estudio piloto pone de manifiesto la utilidad y pertinencia de la pletismografía como instrumento de bajo coste, útil y simple de utilizar para valorar la VFC durante la aplicación de una técnica fisioterápica de masaje terapéutico, ya que confirma los resultados sobre el SNV obtenidos en estudios anteriores mediante la utilización de otros instrumentos de medición (por ejemplo, ECG).
2. La realización de un masaje terapéutico de *effleurage* superficial y presiones deslizadas de gran amplitud conduce a un aumento más importante de la

actividad parasimpática a nivel sistémico, acompañada por una tendencia al desplazamiento del equilibrio neurovegetativo global del organismo hacia un predominio parasimpático, que se manifiestan a los 15 minutos de la realización del mismo, pero que tienden a disminuir (en las condiciones de nuestra experimentación) 5 minutos después de su interrupción. Además, parece que la evolución del equilibrio neurovegetativo global también dependería del equilibrio neurovegetativo de base de cada uno de los sujetos, de manera que el masaje tiende en cualquier caso a devolver al individuo a un estado de equilibrio neurovegetativo.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

- Field TM. Massage therapy effects. *Am Psychol*. 1998;53:1270-81.
- Diego M, Field T, Sanders C, Hernandez-Reif M. Massage therapy of moderate and light pressure and vibrator effects on EEG and heart rate. *Int J Neurosci*. 2004;114:31-45.
- Niedermeyer E, Rodriguez I. The aphasia-epilepsy syndrome in children: electroencephalographic aspect. *Clin Electroencephalogr*. 1982;13:23-35.
- Barr JS, Taslitz N. The influence of back massage on autonomic functions. *Phys Ther*. 1970;50:1679-91.
- Diego M, Field T, Hernandez-Reif M. Vagal activity, gastric motility, and weight gain in massaged preterm neonates. *J Pediatr*. 2005;147:50-5.
- Field T, Diego M, Hernandez-Reif M. Massage therapy research. *Dev Rev*. 2007;27:75-89.
- Field T, Diego MA, Hernandez-Reif M, Schanberg S, Kuhn C. Massage therapy effects on depressed pregnant women. *J Psychosom Obstet Gynaecol*. 2004;25:115-22.
- Andersson S, Lundberg T. Acupuncture-from empiricism to science: functional background to acupuncture effects in pain and disease. *Med Hypotheses*. 1995;45:271-81.
- Hernandez-Reif M, Field T, Ironson G, Beutler J, Vera Y, Hurley J, et al. Natural killer cells and lymphocytes increase in women with breast cancer following massage therapy. *Int J Neurosci*. 2005;115:495-510.
- Field T, Diego M, Hernandez-Reif M. Moderate pressure is essential for massage therapy effects. *Int J Neurosci*. 2010;120:381-5.
- Camm JA, Malik M, Bigger JT, Breithardt G, Cerutti S, Cohen RJ, et al. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Eur Heart J*. 1996;17:354-81.
- Ohira T, Diez Roux AV, Prineas RJ, Kizilbash MA, Carnethon MR, Folsom AR. Associations of psychosocial factors with heart rate and its short-term variability: multi-ethnic study of atherosclerosis. *Psychosom Med*. 2008;70:141-6.
- Pomeranz B, Macaulay RJ, Caudill MA, Kutz I, Adam D, Gordon D, et al. Assessment of autonomic function in humans by heart rate spectral analysis. *Am J Physiol*. 1985;248 1 Pt 2: H151-3.
- Pagani M, Lombardi F, Guzzetti S, Rimoldi O, Furlan R, Pizzinelli P, et al. Power spectral analysis of heart rate and arterial pressure variabilities as a marker of sympatho-vagal interaction in man and conscious dog. *Circ Res*. 1986;59:178-93.
- Sinnreich R, Kark JD, Friedlander Y, Sapoznikov D, Luria MH. Five minute recordings of heart rate variability for population studies: repeatability and age-sex characteristics. *Heart*. 1998;80:156-62.
- Burr RL. Interpretation of normalized spectral heart rate variability indices in sleep research: a critical review. *Sleep*. 2007;30:913-9.
- Umetani K, Singer DH, McCraty R, Atkinson M. Twenty-four hour time domain heart rate variability and heart rate: relations to age and gender over nine decades. *J Am Coll Cardiol*. 1998;31:593-601.
- Hall M, Vasko R, Buysse D, Ombao H, Chen Q, Cashmere JD, et al. Acute stress affects heart rate variability during sleep. *Psychosom Med*. 2004;66:56-62.
- Ewing DJ, Neilson JM, Shapiro CM, Stewart JA, Reid W. Twenty four hour heart rate variability: effects of posture, sleep, and time of day in healthy controls and comparison with bedside tests of autonomic function in diabetic patients. *Br Heart J*. 1991;65:239-44.
- Burgess HJ, Trinder J, Kim Y, Luke D. Sleep and circadian influences on cardiac autonomic nervous system activity. *Am J Physiol*. 1997;273 4 Pt 2:H1761-8.
- McCraty R, Atkinson M, Tiller WA, Rein G, Watkins AD. The effects of emotions on short-term power spectrum analysis of heart rate variability. *Am J Cardiol*. 1995;76:1089-93.
- Delaney JP, Leong KS, Watkins A, Brodie D. The short-term effects of myofascial trigger point massage therapy on cardiac autonomic tone in healthy subjects. *J Adv Nurs*. 2002;37:364-71.
- Stauss HM. Heart rate variability. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2003;285:927-31.
- Allen J. Photoplethysmography and its application in clinical physiological measurement. *Physiol Meas*. 2007;28:R1-39.
- Bolanos M, Nazeran H, Haltiwanger E. Comparison of heart rate variability signal features derived from electrocardiography and photoplethysmography in healthy individuals. En: *Communication*. 28th IEEE EMBS Annual International Conference. 2006.
- Malliani A, Pagani M, Lombardi F, Cerrutti S. Cardiovascular neural regulation explored in the frequency domain. *Circulation*. 1991;84:482-92.
- Natsuko Y. Effects of back massage and shiatsu on autonomic nervous activity and subjective evaluation in inpatients. *Kango Kenkyu*. 2006;39:457-67.
- Moyer CA, Rounds J, Hannum JW. A meta-analysis of massage therapy research. *Psychol Bull*. 2004;130:3-18.
- Sarafino EP. *Health psychology: biopsychosocial interactions*. New York: Wiley; 2002.
- Tiller WA, McCraty R, Atkinson M. Cardiac coherence: a new, noninvasive measure of autonomic nervous system order. *Altern Ther Health Med*. 1996;2:52-65.