



*Cortisol Capilar como Biomarcador de Estrés Laboral en Docentes
Universitarios*

Capillary Cortisol as a Biomarker of Work Stress in University Teachers

*Cortisol capilar como biomarcador de estresse no trabalho em professores
universitários*

Miriam Patricia Razo Romero ^I
mp.razo@uta.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-2791-5150>

Mario Fernando Vilcacundo Córdova ^{II}
mf.vilcacundo@uta.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-8384-3825>

Ana Cristina Garófalo Espinel ^{III}
ac.garofalo@uta.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-3529-8391>

Nereida Josefina Valero Cedeño ^{IV}
nereida.valero@unesum.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-3496-8848>

Correspondencia: mp.razo@uta.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de investigación

***Recibido:** 30 de Octubre de 2021 ***Aceptado:** 14 de Noviembre de 2021 * **Publicado:** 05 de Diciembre de 2021

- I. Carrera de Laboratorio Clínico, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
- II. Carrera de Laboratorio Clínico, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
- III. Carrera de Nutrición y Dietética. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
- IV. Carrera de Laboratorio Clínico, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador.

Resumen

Introducción. Considerando la trascendencia de la docencia universitaria, se han realizado investigaciones que demuestran que el estrés prolongado conlleva efectos negativos y alteraciones psicosomáticas o conductas no saludables que pueden llegar a ser severas tanto para el docente como para el proceso educativo, debido a lo cual, existen recientes evidencias que sugieren que el cortisol capilar puede ser un biomarcador fiable del estrés crónico, dado que cuantifica el cortisol total secretado durante varias semanas. **Objetivo.** Documentar el estado actual, las limitaciones y las direcciones futuras del uso del cortisol capilar como biomarcador de estrés en docentes universitarios. **Metodología.** Estudio con diseño documental, de tipo descriptivo y explicativo. Para identificar literatura relevante se utilizaron combinaciones de los siguientes términos: «stress biomarkers», «stress», «biomarkers of work stress in university teachers», «sympathetic adrenomedullary axis and stress», «biomarkers hypothalamic-pituitary-adrenal axis and stress», «estrés laboral en docentes», «work stress in university teachers», «cortisol en cabello», «cortisol», en las bases de datos: PubMed, Dialnet, Scielo, Google académico, Taylor & Francis Group y Scopus. Se seleccionaron artículos bajo criterios de inclusión y exclusión, en inglés y español. **Resultados.** Se evidencia que el estrés produce cambios fisiológicos con impacto en varios sistemas (hipotálamo-hipofisario-adrenal, simpático adreno-medular e inmunológico), lo cual justifica el uso de biomarcadores para su medición objetiva. Uno de ellos es el cortisol en cabello, dado que es una muestra no invasiva y no sensible a cambios en el ritmo circadiano, entre otras ventajas. **Conclusiones.** Este enfoque de cuantificación del cortisol se utiliza cada vez más para identificar los efectos del estrés en una variedad de situaciones, debido a su capacidad de proporcionar una herramienta útil es considerado un biomarcador potencial, que además aporta una estrategia para valoración a lo largo del tiempo y proporciona una perspectiva interesante para futuras investigaciones.

Palabras clave: Biomarcadores - Cortisol en cabello - Estrés laboral en Docentes universitarios; sistema hipotálamo-hipofisario-adrenal; sistema simpático adreno-medular; sistema inmunológico.

Abstract

Introduction. Considering the importance of university teaching, research has been carried out that shows that prolonged stress leads to negative effects and psychosomatic alterations or

unhealthy behaviors that can become severe both for the teacher and for the educational process, due to which, recent evidence suggests that capillary cortisol may be a reliable biomarker of chronic stress, since it quantifies the total cortisol secreted over several weeks.

Objective. Supply documentary evidence the current status, the limitations and future directions of the use of capillary cortisol as a biomarker of stress in university teachers. **Methodology.**

Study with documentary design, both descriptive and explanatory. Combinations of the following terms were used to identify relevant literature: «stress biomarkers», «stress», «biomarkers of work stress in university teachers», «sympathetic adrenomedullary axis and stress», «biomarkers hypothalamic-pituitary-adrenal axis and stress», « Occupational stress in university teachers », «work stress in university teachers», «cortisol in hair», «cortisol», from databases: PubMed, Dialnet, Scielo, academic Google , Taylor & Francis Group y Scopus. Articles were selected under inclusion and exclusion criteria, both in English and Spanish.

Results. It is proven that stress produces physiological changes with an impact on various systems (hypothalamic-pituitary-adrenal, sympathetic adreno-medullary and immunological), which justifies the use of biomarkers for its objective measurement. One of them is cortisol in hair, since it is a non-invasive sample and not sensitive to changes in the circadian rhythm, among other advantages. **Conclusions.** This cortisol quantification approach is increasingly used to identify the effects of stress in a variety of situations, due to its ability to provide a useful tool, it is considered a potential biomarker, which also provides a strategy for assessment over time, and provides an interesting perspective for future research.

Key words: Biomarkers - Cortisol in hair - Occupational stress in university teachers; hypothalamic-pituitary-adrenal system,;adreno-medullary sympathetic system; immune system.

Resumo

Introdução. Considerando a importância do ensino universitário, têm sido realizadas pesquisas que mostram que o estresse prolongado acarreta efeitos negativos e alterações psicossomáticas ou comportamentos insalubres que podem se agravar tanto para o professor quanto para o processo educacional, pelo que existem evidências recentes que sugerem que o cortisol capilar pode ser um biomarcador confiável de estresse crônico, uma vez que quantifica o cortisol total secretado ao longo de várias semanas. **Objetivo.** Documentar o estado atual, limitações e

direções futuras do uso de cortisol capilar como biomarcador de estresse em professores universitários. **Metodologia.** Estudo com desenho documental, tipo descritivo e explicativo. Para identificar a literatura relevante, foram utilizadas combinações dos seguintes termos: «biomarcadores de estresse», «estresse», «biomarcadores de estresse no trabalho em professores universitários», «eixo adrenomedular simpático e estresse», «biomarcadores eixo hipotálamo-pituitária-adrenal e estresse »,« Stress ocupacional em professores »,« stress laboral em professores universitários »,« cortisol em cabelo »,« cortisol », nas bases de dados: PubMed, Dialnet, Scielo, Academic Google, Taylor & Francis Group e Scopus. Os artigos foram selecionados de acordo com os critérios de inclusão e exclusão, nos idiomas inglês e espanhol. **Resultados.** Evidencia-se que o estresse produz alterações fisiológicas com impacto em vários sistemas (hipotálamo-hipófise-adrenal, simpático adreno-medular e imunológico), o que justifica o uso de biomarcadores para sua mensuração objetiva. Um deles é o cortisol nos cabelos, por se tratar de uma amostra não invasiva e insensível às mudanças do ritmo circadiano, entre outras vantagens. **Conclusões.** Esta abordagem de quantificação do cortisol é cada vez mais usada para identificar os efeitos do estresse em uma variedade de situações, devido à sua capacidade de fornecer uma ferramenta útil, é considerada um biomarcador potencial, que também fornece uma estratégia de avaliação ao longo do tempo. perspectiva para pesquisas futuras.

Keywords: Biomarcadores - Cortisol nos cabelos - Estresse no trabalho em professores universitários; sistema hipotálamo-pituitária-adrenal; sistema adreno-medular simpático; Sistema imunológico.

Introducción

La Organización Mundial de la Salud (OMS) conceptualiza a la salud como un estado de completo bienestar tanto físico como mental y social, fundamental para cumplir con el principio del buen vivir, ya que ayuda a aumentar el potencial, superar el estrés y aportar a la comunidad (1). El estrés es considerado un problema de Salud Pública que afecta a nuestra sociedad, se desarrolla en relación entre la persona y el ambiente, en el cual una condición sea interna o externa es valorada como superior a sus recursos, afectando la calidad de vida (2-3).

El mundo globalizado ha impactado diversos espacios, entre ellos el educativo; uno de los trabajos con mayor presión es la docencia, población vulnerable de padecer estrés debido a la gran cantidad de exigencias de competencias interpersonales, didácticas, investigativas y administrativas, lo cual genera nuevos retos o dificultades que pueden dar como resultado estrés constante, debido a que no se han desarrollado habilidades para afrontarlo de manera satisfactoria, afectado el bienestar fisiológico y psicológico, formando parte de un vehículo para el desarrollo del Síndrome de Burnout (SB); es un tema considerado trascendental en la literatura tanto nacional como internacional, sin embargo hay quienes piensan que el estrés laboral se trata sólo de una moda o de una excusa para disminuir y evadir la carga de trabajo, llegando a ser un tema que constituye una realidad percibida por muchos e invisible para otros (4-9).

La valoración del estrés implica principalmente factores psicológicos y fisiológicos; con respecto a la evaluación psicológica, se ha determinado que incluso las herramientas consideradas más fiables tales como test, poseen limitaciones, debido a que pueden verse afectadas por sesgos de quien contesta, con relación a las herramientas bioquímicas existe un amplio consenso en la comunidad científica afín, que ha determinado la posibilidad de evaluarlo a través de biomarcadores asociados al eje hipotálamo-hipofisiario-adrenal (HHA), eje simpático adrenomedular (SAM) y sistema inmunológico (10-11)

Metodología

Se realizó una investigación documental a través de una revisión bibliográfica sistemática de los artículos recuperados de la literatura científica sobre biomarcadores de estrés laboral en docentes universitarios, los artículos se seleccionaron de las bases de datos PubMed, Dialnet, Scielo, Google académico, Taylor & Francis Group, y Scopus. Se elaboraron estrategias de búsqueda de perfil sensible combinando vocabulario controlado (tesauros DeCS y MESH) con texto libre en los campos “título” y “resumen”. Para identificar literatura relevante se utilizaron combinaciones de los siguientes términos: «stress and biomarkers», «stress», «biomarkers of work stress in university teachers», «sympathetic adrenomedullary axis and stress», «biomarkers hypothalamic-pituitary-adrenal axis and stress», «estrés laboral en docentes»,

«work stress in university teachers», «cortisol en cabello», «cortisol». Los criterios de inclusión fueron aquellos artículos a texto completo de acceso libre, aplicando restricciones de lenguaje al español e inglés, que tengan la especificidad de biomarcadores de estrés laboral y docentes universitarios. Los criterios de exclusión fueron artículos de páginas web o revistas de divulgación no académicas.

Selección de documentos

De manera independiente, todos los autores evaluaron los títulos, resúmenes y palabras clave de los registros recuperados para evaluar su relevancia respecto de los criterios de inclusión definidos; luego de la evaluación inicial de los documentos, se obtuvieron aquellos que *a priori* parecían ser de relevante importancia para esta investigación documental. Seguidamente, los registros seleccionados para su inclusión se leyeron nuevamente y se registraron los motivos de exclusión, posteriormente se elaboraron fichas bibliográficas por cada artículo y su información se registró en la aplicación Mendeley como gestor de referencias bibliográficas con la finalidad de realizar la síntesis de los artículos revisados de donde se extrajo finalmente la información incluida en la revisión, además, esta investigación respeta los derechos de autor, realizándose una adecuada aplicación de las citas y de la información de acuerdo a normas Vancouver.

Desarrollo

Estrés

En 1978 Seyle define al estrés como el estado que radica en cambios específicos incluidos dentro del sistema biológico, debido a lo cual es considerado como estresor todo agente negativo que cause desequilibrio en el organismo, además propuso distinguir entre eustrés y distrés, señalando que eustrés sirve de ayuda para estar alerta, en condiciones de enfrentar desafíos y su nivel de acción no genera trastornos en el organismo, por el contrario el distrés causa una serie de alteraciones físicas y psicológicas perjudiciales, dando lugar a un posible SB. La duración del evento estresor ocasiona reacciones inmediatas, intermedias y crónicas, siendo estas últimas las relacionadas al desarrollo de patologías (3), (12), (13).

Según la Organización Internacional del Trabajo (OIT) el estrés laboral es un riesgo emergente, es la respuesta física y emocional a un daño ocasionado por un desequilibrio entre las exigencias percibidas y la capacidad de resolverlas (14), el individuo entra en un estado de impotencia y fracaso que viene acompañado de afecciones en la productividad, generando altos

niveles de ausentismo e incrementando el número de accidentes laborales; es un tema que sobresalta en la mayoría de las personas, sin embargo, los sectores más afectados son salud y educación (3), (15), (16).

Mejia et al. realizaron una investigación observacional multicéntrica sobre los factores asociados al estrés laboral en trabajadores de seis países de Latinoamérica, en el cual establece que el país con más nivel de estrés es Venezuela (63%), seguido de Ecuador (54%), Panamá (49%) y Honduras (34%) y los países con menores porcentajes de estrés son Perú (29%) y Colombia (26%), refieren que el estrés es uno de los problemas más frecuentes entre la población laboral que ocasiona repercusiones de la esfera mental y puede tener consecuencias en el ambiente laboral (17). Se ha convertido en una de las enfermedades más frecuentes en la población trabajadora y sobre todo en las profesiones asistenciales, entre las cuales se encuentra la docencia (18-20)

Estrés laboral en docentes

Considerando la importancia y trascendencia de la docencia universitaria, se han realizado diversas investigaciones que han determinado que el estrés prolongado trae consigo efectos negativos, conllevando a alteraciones psicosomáticas o conductas no saludables que pueden llegar a ser severas tanto para el docente como para el proceso educativo (4-7), (21).

Las directrices educativas, exigen nuevas competencias al personal docente universitario, generando desafíos que pueden dar como resultado estrés constante, acompañado de emociones negativas caracterizadas por ansiedad, frustración, dificultad para concentrarse, cansancio, trastornos del sueño, cefalea, variación del apetito, entre otros, ocasionando desempleo, antelación de jubilación e incluso problemas de salud, llegando a afectar el bienestar de los docentes. Los principales estresores comprenden la gran cantidad de interacciones sociales, las nuevas habilidades a adquirir, el generar cambios dentro de las cátedras, la sobrecarga de trabajo, las malas condiciones de trabajo, problemas de comunicación, tensión organizacional, relaciones conflictivas, pobre trabajo en equipo, entre otros, lo cual es apreciado en la afectación de la esfera de la motivación hacia el trabajo contribuyendo a la aparición del SB (2), (4), (22-25).

Los docentes tienen que ajustarse a las demandas de la sociedad del siglo XXI, donde es fundamental el trabajo cooperativo con el manejo de las Tecnologías de la Información y la

Comunicación, actualmente utilizadas con mayor frecuencia en el teletrabajo, debido los beneficios que presenta como autonomía, flexibilidad, ahorro de coste e incluso como medio de contención epidemiológica como es el caso del SARS-CoV-2; sin embargo, se debe tomar en consideración que su uso puede ser generador de mayores niveles de estrés, debido a que se ha normalizado el uso de entornos virtuales sin haber valorado la vulnerabilidad de algunos docentes (26), (27).

Los docentes con estrés se ven afectados en cuanto a la satisfacción laboral y el estado de salud, sin embargo, se desconoce la cantidad de docentes que sufren estrés crónico, debido a la confusión con otras patologías. Por otra parte, se debe resaltar que la edad, la obesidad, la falta de actividad física durante el tiempo libre, la falta de autonomía y la procrastinación traen consigo consecuencias como el estrés; dentro de éstos factores la procrastinación es considerada como un factor potencial debido a que el postergar tareas profesionales genera emociones negativas y se percibe el comportamiento como moderadamente estresante (8), (28), (29).

Otro factor considerado como potencializador de estrés, es la sobrecarga laboral asociada con una menor percepción de control, con la incapacidad de desconectarse los fines de semana y la necesidad de trabajar en casa, afectación relacionada con la doble presencia en los contextos laboral y familiar, dada principalmente en docentes femeninas que pueden verse en la necesidad de cumplir con los dos roles dando como resultado una interferencia (30), (31).

La constancia del estrés implica que se configuren estrategias de afrontamiento para gestionarlo y manejarlo, el cual pone en sensación de alerta a las personas para que puedan superar el hecho estresante, pueden ser una vía útil para que el estrés no se convierta en un verdadero factor determinante del SB, mismo que viene incrementando desmedidamente y afecta la participación del docente en sus horas de enseñanza (7), (32-36).

Individualmente una persona puede someterse a estrés laboral sin darse cuenta, el cual está asociado al desarrollo de múltiples enfermedades, se presentan accidentes laborales, ausentismo, rotación de personal, se disminuye el rendimiento y la productividad en cualquier cargo profesional; esto posee relevancia, al tomar en cuenta que los docentes interactúan con otros seres humanos y tienen en sus manos en muchas ocasiones la responsabilidad de manejar los contenidos cognitivos de cada uno de sus estudiantes y del cuidado de la vida en muchas ocasiones si fuese profesional de salud.

Justificación del uso de biomarcadores para la medición objetiva del estrés

El estrés es el mecanismo de enlace entre un agente estresor y su órgano diana, es percibido como una amenaza que pone en riesgo la armonía interna, produciendo como resultado cambios fisiológicos que buscan mantener el equilibrio, con la activación subyacente de los ejes HHA, SAM y sistema inmunológico, cuyas sustancias liberadas tienen impacto en varios sistemas, lo cual justifica el uso de biomarcadores para la medición objetiva del estrés (10), (12), (37).

Tabla 1 Biomarcadores predominantes utilizados para evaluar el estrés, asociados al eje HHA, eje SAM y sistema inmunológico.

Activación de	Biomarcadores predominantes	Indicador	Proceso
Eje SAM	Cardiovasculares	Ritmo cardíaco Presión arterial	Prepara a las personas para ejercer una adecuada respuesta, permite seleccionar la información sensorial crítica para que pueda distinguir un estímulo amenazante de uno que no lo es. La activación ocurre en segundos como resultado de un factor estresante y permite una respuesta adaptativa, que genera aumento en la vasoconstricción y en la resistencia vascular periférica. Los mensajeros de este eje, las catecolaminas, son rápidamente metabolizadas en sangre (luego de 1 a 3 min); debido a su corta vida media y alta frecuencia de fluctuación, noradrenalina y epinefrina constituyen hormonas de difícil determinación.
Eje HHA	Cortisol	Sangre Saliva Orina Cabello	Su activación ocurre posterior a la del eje SAM, aproximadamente luego de 15 a 20 minutos. Al experimentar un evento estresor o cuando las concentraciones de cortisol en sangre son bajas, en el hipotálamo se genera un aumento de la hormona liberadora de corticotropina (CRH), lo cual hace que la adenohipófisis segregue al torrente sanguíneo la adrenocorticotropina (ACTH) que actúa en las glándulas suprarrenales induciendo la liberación de glucocorticoides, produciéndose una elevación de las concentraciones de cortisol.
Sistema inmune	Interleucina-6 Proteína C reactiva (PCR)	Sangre Mucosa Saliva	Las células del sistema inmune se movilizan en el torrente sanguíneo preparando el cuerpo a la respuesta de lucha o huida tan solo en minutos, teniendo como respuesta un aumento de los niveles de citoquinas proinflamatorias; otro marcador inmunológico habitual, es la PCR (proteína de la fase aguda), producida por las células de Kupffer en el hígado, utilizado como complemento de diferentes instrumentos de valoración psicológica para la evaluación de estrés.

Referencia: (10-12), (37-40)

Investigaciones señalan que la determinación de cortisol es la más empleada y recomendada para la evaluación del eje HHA tanto en la práctica clínica como en la investigación, sin embargo, se deben considerar sus niveles sistémicos altamente variables lo que se debe a la

secreción pulsátil y al ritmo circadiano. La medición de cortisol en sangre, saliva y orina representa una exposición de estrés a corto plazo; con respecto a la muestra de sangre, es la más utilizada pero la toma de muestra (en pacientes ancianos, pediátricos, obesos o con algún trastorno mental), su transporte y conservación lo hacen más compleja; en relación a las muestras de saliva y orina, estas dependen en gran medida de la adherencia del paciente a las instrucciones de recolección de muestras o se perciben como invasivas; la saliva se considera una muestra no invasiva aplicable a diferentes poblaciones, pero varias investigaciones muestran una falta de asociación con el estrés crónico y diferentes patologías relacionadas con el eje HHA (11), (41), (42).

Por consiguiente se ha determinado una nueva estrategia para valorar el cortisol que no es sensible a los cambios en el ritmo circadiano, encontrada en el cabello, reconocida como la forma más prometedora de medir la síntesis y secreción de cortisol a largo plazo, debido a la posibilidad de crear líneas de tiempo retrospectivas dividiendo las muestras de cabello en segmentos con la recolección de una sola muestra, a la vez, también se le atribuye la característica de indicar el momento de aparición de la enfermedad (11), (40-44).

El cortisol en el cabello es considerado un biomarcador prometedor que aporta una nueva estrategia para evaluar la actividad del eje HHA a lo largo del tiempo, en el cual la fracción de cortisol libre se difunde desde los capilares sanguíneos hasta el folículo piloso en crecimiento y se incorpora al cabello donde permanece inalterado. Se debe considerar que el cabello crece a un ritmo relativamente constante de aproximadamente 1 cm por mes, debido a lo cual, se afirma que los 3 cm de cabello más cercano al cuero cabelludo reflejarían los niveles de cortisol a los que el individuo estuvo expuesto en los últimos 3 meses; por lo tanto, no es sensible a los cambios en el ritmo circadiano, es una muestra no invasiva, la recolección es simple ya que se puede realizar en un entorno ambulatorio y no depende del cumplimiento de las instrucciones de muestreo por parte del paciente, es de fácil conservación y transporte lo cual significa una apertura para nuevos caminos de investigación; factores que deben ser considerados debido a que actualmente, se han incrementado de forma alarmante las enfermedades que tienen como origen al estrés crónico (11), (40), (42-44).

El método más utilizado para la evaluación del cortisol capilar es la espectrometría de masas (EM), sin embargo, es considerado un método costoso y de baja accesibilidad; alternativamente,

existe un método no automatizado de ensayo inmunoabsorbente ligado a enzimas salivales (ELISA) permitiendo la evaluación de un número limitado de muestras con altos coeficientes de variación, típicos en los procedimientos manuales; por lo cual, investigadores argentinos han desarrollado un procedimiento que mencionan permite la medición del cortisol en cabello en un sistema automatizado, con una respuesta más rápida en un gran número de muestras, con alta precisión y sensibilidad analítica, de bajo coste, preciso y con eficacia, técnica validada y comparada con la EM (11).

Gonzalez et al. la consideran una técnica novedosa, que representa un método original, económico y disponible; con el fin de evaluar el desempeño analítico para la medición de cortisol en cabello estudiaron el efecto de la matriz comparando las pendientes de dos curvas de calibración, para evaluar la variación intraindividual analizaron dos muestras de cabello diferentes obtenidas de dos áreas proximales en el vértice posterior, cada determinación la realizaron por cuadruplicado y finalmente compararon este procedimiento con la EM considerado el método más utilizado (11).

Cuadro 1 Recomendaciones para la determinación de cortisol capilar

Referencia: (40), (42), (44).

Recomendaciones para la determinación de cortisol capilar

Toma de muestra: Del vértice posterior de la cabeza, cortar o rasurar próximo al cuero cabelludo, no arrancarlo para no incluir los folículos a la muestra e impedir una posible contaminación con la sangre (pautas publicadas por la Society of Hair Testing)

Conservación: Mantener la muestra en papel de aluminio a temperatura ambiente hasta que se procese.

Cantidad de cabello: varía en las investigaciones revisadas, sin embargo, lo más habitual es cortar un mechón de cabello del grosor de un lápiz, debido a que medir el cortisol en un único cabello podría no ser representativo de los niveles de la hormona en el cabello en general. Se utilizan para el análisis segmentos de cabello de uno hasta varios centímetros de longitud de acuerdo con el estudio que se quiera realizar.

Lavado de la muestra obtenida: algunos investigadores realizan un lavado previo y otros no.

Los autores refieren que se debe considerar la existencia de dos fracciones de cortisol en el cabello

Una fracción es la que presumiblemente contiene el cortisol externo depositado por el sebo, el sudor u otros contaminantes que pueden ser removidos por el lavado.

La otra fracción consiste en el cortisol incorporado a la matriz y que sólo puede extraerse por tratamientos más potentes en la muestra

En la mayoría de los métodos publicados, las muestras de cabello se lavan en 2 ml de isopropanol en tubos de vidrio con rotación lenta durante 2 minutos, luego se decanta el isopropanol y se seca el cabello durante la noche a temperatura ambiente.

Los cabellos pueden ser fraccionados en fragmentos pequeños o se los puede moler hasta formar un polvo.

La muestra se incuba en metanol y luego se transfiere el sobrenadante transparente a un vial de vidrio.

El cortisol se extrae con metanol de los fragmentos o del polvo, el metanol es un solvente que tiene la ventaja de producir tumefacción (facilita la liberación del analito por difusión), aumenta la solubilidad del cortisol y luego se evapora.

Con posterioridad a la evaporación del solvente orgánico, el extracto es reconstituido en un medio apropiado y se analiza su contenido de cortisol.

Medición: Existen múltiples ensayos por los cuales se puede medir esta hormona, pero independientemente de la técnica que se utilice, lo importante es que cuente con especificidad y sensibilidad adecuadas

Limitaciones de la medición del cortisol en el cabello

Los niveles de cortisol en el cabello pueden no detectar el impacto de factores estresantes relativamente breves, que se producen durante el período de deposición de la hormona, por lo cual se recomienda según el tipo de estudio, la medición del cortisol en el cabello con un método complementario, sin olvidar que el análisis por segmentos del cortisol en el cabello tiene la potencialidad de aportar un calendario retrospectivo de la actividad del eje HHA a lo largo de los meses (44).

El uso de medicamentos hasta ahora no parece ser un factor limitante importante en las mediciones de cortisol en cabello, sin embargo, es importante considerar el uso de esteroides tópicos que pueden contaminar las muestras de cabello y aumentar falsamente los niveles de cortisol a través de la reactividad cruzada en un inmunoensayo. En general, los corticosteroides tópicos o por inhalación también pueden ejercer algunos efectos sistémicos y, por lo tanto, disminuir el cortisol en cabello. Por otro lado, la frecuencia del lavado del cabello, el uso de productos y tratamientos de cabello no son factores de confusión importantes cuando se utilizan segmentos de cabello proximales (42).

Discusión

El estrés puede generar consecuencias graves, debido a lo cual se recomienda una identificación temprana, con la finalidad de mejorar el bienestar emocional y psicológico de los docentes y por ende la calidad de la educación (21), (30), (45).

Dado el rol central del eje HHA en la fisiología del estrés, el cortisol, es el marcador biológico más medido en diversos tipos de muestras (39), (46). Al momento de elegir la muestra es fundamental que el método de extracción no sea invasivo y produzca la menor perturbación posible en el individuo, debido a lo cual investigaciones han reconocido estas ventajas en la muestra de cabello ya que los niveles de esteroides medidos han sido correlacionados positivamente con los niveles medidos en suero, los mismos se incorporan en el cabello durante la fase de crecimiento del folículo piloso, y por lo tanto sus valores en el cabello reflejan la actividad media del eje HHA por lo cual es considerada una herramienta de elección para evaluar estrés, es de bajo costo, fácil conservación y transporte; además, permite evaluar retrospectivamente los niveles de cortisol de los últimos 3 meses (39), (46).

El procedimiento automatizado para la medición de los niveles de cortisol en el cabello es una técnica que representa un método original, disponible, brindando la ventaja de permitir la medición de un elevado número de muestras en poco tiempo y con bajo costo (11). Resulta evidente que los marcadores biológicos asociados al estrés constituyen herramientas fundamentales, auxiliares y complementarias a la evaluación psicológica.

Conclusiones

Posterior a la revisión de los artículos científicos, se concluye que existen diferentes formas de abordaje de la problemática del estrés, el cual viene a constituirse en una complicación latente en la sociedad que requiere del tratamiento adecuado. Considerando el bienestar de los docentes y la creación de ambientes laborales saludables que faciliten el cumplimiento de sus responsabilidades, se recomienda valorar dicho estrés mediante herramientas bioquímicas debido a que existe un amplio consenso en la comunidad científica afín, que ha determinado la posibilidad de evaluarlo a través de biomarcadores asociados al eje HHA; con respecto al tipo de muestra se ha determinado que la de cabello en relación con las de sangre, saliva u orina permite investigar la exposición al cortisol durante períodos de tiempo más largos, además, la toma de muestra no depende del cumplimiento de las instrucciones impartidas al paciente como ocurre con la de saliva y orina, con respecto a la muestra de sangre, su extracción, transporte y conservación la hacen más compleja; en el caso de cortisol en el cabello la recolección es simple, no invasiva y es considerada un biomarcador adecuado para evaluar el estrés. Además, se recomienda que la medición de cortisol en cabello debe darse mediante un sistema automatizado, dadas las ventajas que presenta.

Referencias

1. Salud OMD La. Plan de acción sobre salud mental 2013-2020. Organ Mund la salud [Internet]. 2013;54. Available from: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/97488/1/9789243506029_spa.pdf
2. Javier J, Pablo J, Calle G, Roldán T, Orejuela JJ, Román-calderón JP. Factores psicosociales asociados al estrés en profesores universitarios colombianos * Psychosocial factors related with stress in colombian professors Resumen. Sist Inf Científica Redalyc Red Rev Científicas América Lat y el Caribe, España y Port

- [Internet]. 2019;15(1):1–9. Available from: <http://www.scielo.org.co/pdf/dpp/v15n1/1794-99-98-dpp-15-01-61-71.pdf>
3. Prados Medina A. Estrés laboral en docentes. Aula encuentro Rev Investig y Comun Exp Educ. 2017;1(1):91–100.
 4. Carranco Madrid S del P, Pando Moreno M. Metanálisis de los artículos sobre estrés laboral docente en el período 2013 – 2017. Recimundo. 2019;3(1):522–44.
 5. Silva SMF, Oliveira Á de F. Burnout em professores universitários do ensino particular. Psicol Esc e Educ. 2019;23.
 6. Cabrera H, Colina A. Estrés en profesores universitarios. Debates en Evaluación y Currículum Congr Int Educ Currículum [Internet]. 2019;(5):3404–9. Available from: https://posgradoeducacionuatx.org/debatesevaluacioncurrículum_congreso.html
 7. Tacca Huamán DR, Tacca Huamán AL. Factores de riesgos psicosociales y estrés percibido en docentes universitarios. Propósitos y Represent. 2019;7(3):323.
 8. Estrès ADEL, Marcial R, Miravaol O. Y PROCRASTINACIÓN EN EL PERSONAL DOCENTE Y ADMINISTRATIVO DE LA COPING WITH STRESS AND PROCRASTINATION ON TEACHERS AND ADMINISTRATIVE. 2019;
 9. García-Arroyo JA, Segovia AO. Work overload and emotional exhaustion in university teachers: Moderating effects of coping styles. Univ Psychol. 2019;18(2).
 10. Morera LP, Tempesti TC, Pérez E, Medrano LA. Biomarkers in stress measurement: A systematic review. Ansiedad y Estres [Internet]. 2019;25(1):49–58. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.anyes.2019.02.001>
 11. Gonzalez D, Jacobsen D, Ibar C, Pavan C, Monti J, Fernandez Machulsky N, et al. Hair Cortisol Measurement by an Automated Method. Sci Rep. 2019;9(1):1–6.
 12. Romero Romero EE, Young J, Salado-Castillo R. Fisiología del estrés y su integración al sistema nervioso y endocrino. Rev Médico Científica [Internet]. 2020;32(May):61–70. Available from: <https://www.revistamedicocientifica.org/index.php/rmc/article/view/535>
 13. David D, Allnut C, Andrade DA, Guerrero DG, Enrique D, Zambrano A. Doctor Nicolás Jara Orellana Doctor David Chiriboga Allnut SUBSECRETARIO GENERAL DE SALUD DIRECTOR GENERAL DE SALUD Doctora Guadalupe Guerrero. :1–18.

14. Amick B, Kasl S. Work stress. *Epidemiol Work Relat Dis* Second Ed. 2008;283–308.
15. Treviño JR, González Ramírez MT. Estrategias cognitivo-conductuales para el manejo del estrés en alumnos mexicanos de bachillerato internacional. *Rev Altern en Psicol.* 2012;26(1):27–38.
16. Molina CB, Aguilera MDLÁ. Estrés laboral , burnout , salud mental y su relación con violencia psicológica en docentes universitarios *. 2019;35(3):328–42.
17. Mejia CR, Chacon JI, Enamorado OM, Garnica LR, Chacón SA, García YA. Factores asociados al estrés laboral en trabajadores de seis países de Latinoamérica. *Rev Asoc Esp Espec Med Trab* [Internet]. 2019;28(3):204–11. Available from: <http://scielo.isciii.es/pdf/medtra/v28n3/1132-6255-medtra-28-03-204.pdf>
18. Seijas-Solano DE. Riesgos psicosociales, estrés laboral y síndrome burnout en trabajadores universitarios de una escuela de bioanálisis. *Rev Salud Pública.* 2019;21(1):102–8.
19. Martínez Pérez A. El síndrome de Burnout. Evolución conceptual y estado actual de la cuestión. *Vivat Acad.* 2010;0(112):42.
20. Serrano-Díaz N, Pocinho M, Aragón-Mendizábal E. Competencias emocionales y síndrome de burnout en el profesorado de Educación Infantil. *Rev Psicol y Educ - J Psychol Educ.* 2017;13(1):1.
21. Del S, Carranco P, Moreno MP, Beltrán CA. Riesgos psicosociales en docentes universitarios Psychosocial risks in university teachers Riscos psicossociais em professores universitários. 2020;4(1).
22. Casanova Rodríguez CR, Mustelier Hernández M, Casanova Rodríguez T. Conrado. *Rev Conrado* [Internet]. 2019;15(66):91–7. Available from: <https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/884>
23. Faisal F, Noor N, Khair A. Causes and Consequences of Workplace Stress among Pakistan University Teachers. *Bull Educ Res.* 2019;41(3):45–60.
24. Ruggieri RA, Iervolino A, Mossi PG, Santoro E, Boccia G. Instability of personality traits of teachers in risk conditions due to work-related stress. *Behav Sci (Basel).* 2020;10(5).
25. Pujol-Cols L, Foutel M, Porta L. Riesgos Psicosociales en la Profesión Académica : Un análisis. *Trab y Soc.* 2019;20(33):197–223.

26. García-González MA, Torrano F, García-González G. Analysis of stress factors for female professors at online universities. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(8):1–13.
27. Martel MJS, Martín Santana JD. Influence of socio-demographic profile of teachers on their levels of emotional intelligence and burnout. *Educ XX1*. 2019;22(2):93–118.
28. Ramírez Asís EH, Jamanca Anaya RP. Estrés y percepción de la capacidad de trabajar en docentes de una universidad pública. *Delectus*. 2020;3(2):78–89.
29. Laybourn S, Frenzel AC, Fenzl T. Teacher Procrastination, Emotions, and Stress: A Qualitative Study. *Front Psychol*. 2019;10(October).
30. Lemos M, Calle-González G, Roldan-Rojo T, Valencia M, Orejuela JJ, Roman-Calderon JP. Factores psicosociales asociados al estrés en profesores universitarios colombianos. *Diversitas*. 2019;15(1):59–70.
31. Risk P, To DUE, Presence D. Estrés Y Riesgo Psicosocial Por Doble Presencia En Docentes Universitarias. *Cuid y Ocupación Humana*. 2020;8(0):51–4.
32. Zumba Vera, I. Y., Beltrán Baquerizo, G. E., & López Tobar FR (2019). Fuego y cenizas: incidencia de Síndrome de Burnout en docentes de la Universidad Técnica de Babahoyo. 2019;
33. Diallo SYK, Mweu MM, Mbuya SO, Mwanthi MA. Prevalence and risk factors for low back pain among university teaching staff in Nairobi, Kenya: A cross-sectional study [version 1; peer review: Awaiting peer review]. *F1000Research*. 2019;8:1–18.
34. Guarate Y, Sciences H. Introducción Materiales y métodos. 2020;5(3):19–26.
35. Jiménez López RA, Pérez de Albéniz Iturriaga A, Lucas-Molina B, Fonseca-Pedrero E. El profesorado de la Universidad de La Rioja: ¿resistente al burnout? *Context Educ Rev Educ* [Internet]. 2019 Oct 24;24(24):163–80. Available from: <https://publicaciones.unirioja.es/ojs/index.php/contextos/article/view/3590>
36. Segunda Manuela Cabellos Alvarado; Rudi Amalia Loli Ponce; Miguel Hernán Sandoval Vegas; Rosa Albina Velásquez Perales. Niveles de Burnout y estrategias de afrontamiento en docentes de educación superior. *Rev Cubana Enferm* [Internet]. 2020;36(2):1–18. Available from: <http://www.revenfermeria.sld.cu/index.php/enf/article/view/3328/574>

37. Jina P, Burbano P, Sánchez J, Sánch Y. Biomarcadores de estrés laboral en residentes : artículo de revisión Biomarkers of labor stress in residents: review article. 2019;21(2):24–31.
38. Wright BJ, Eddy PJ, Kent S. Work Stress, Immune, and Inflammatory Markers. *Handb Socioecon Determ Occup Heal*. 2020;1–19.
39. Morera LP, Tempesti TC, Pérez E, Medrano LA. Biomarkers in stress measurement: A systematic review. *Ansiedad y Estres*. 2019.
40. Chen X, Gelaye B, Velez JC, Barbosa C, Pepper M, Andrade A, et al. Caregivers' hair cortisol: a possible biomarker of chronic stress is associated with obesity measures among children with disabilities. *BMC Pediatr*. 2015;15(1):1–13.
41. Jonsdottir IH, Dahlman AS. Mechanisms in endocrinology: Endocrine and immunological aspects of burnout: A narrative review. *Eur J Endocrinol*. 2019;180(3):R147–58.
42. Wester VL, Van Rossum EFC. Clinical applications of cortisol measurements in hair. *Eur J Endocrinol*. 2015;173(4):M1–10.
43. Job E, Steptoe A. Cardiovascular Disease and Hair Cortisol: a Novel Biomarker of Chronic Stress. *Curr Cardiol Rep*. 2019;21(10).
44. Meyer JS, Novak MA. Minireview: Hair Cortisol: A Novel Biomarker of Hypothalamic-Pituitary-Adrenocortical Activity. 2012;153(September):4120–7.
45. Liz Oriana Perdomo H, Julio César Acosta G, Flechas AEM. Relationship between teacher burnout syndrome, irrational beliefs and teaching styles: Multilevel analysis. *Rev Colomb Educ*. 2019;1(76):51–67.
46. Diego Gonzalez, Dario Jacobsen, Carolina Ibar, Nahuel Fernandez Machulsky, Ayelen Balbi, Analy Fritzler, Juan Jamardo, Soledad Sosa, Natalia Gabriela Deligiannis, Esteban M. Repetto, Juan Gagliardi, Karina Danilowicz, Gabriela Berg BF. Cortisol en cabello, una nueva herramienta para la evaluación del eje hipotálamo-hipófiso-adrenal. 2019;