

Reducción del contacto facial mediante retroalimentación háptica: Evaluación de una intervención contra la autoinfección mediada por fómites¹

Javier Virues-Ortega¹ | Agustín Pérez-Bustamante Pereira^{1, 21} | Neil Martin³

Mariola Moeyaert⁴¹ | Peter A. Krause⁵¹ | Aida Tarifa-Rodriguez⁶

Carolina Trujillo⁶¹ | Maithri Sivaraman⁷

¹ School of Psychology, The University of Auckland, Nueva Zelanda

² Servicio de Psiquiatría, Hospital Universitario Ramón y Cajal, Madrid, España

³ Behavior Analyst Certification Board, Littleton, Colorado, Estados Unidos

⁴ School of Education, State University of New York, Albany, Estados Unidos

⁵ Department of Psychology, California State University, Islas del Canal

⁶ Facultad de Psicología, Universidad Autónoma de Madrid, España

⁷ Cardiff University, Gales, Reino Unido

Correspondencia

Dr. Javier Virues-Ortega, The University of Auckland, School of Psychology, Private Bag 92019, Victoria Street West, Auckland 1142, Nueva Zelanda. Correo electrónico: j.virues-ortega@auckland.ac.nz

Editor jefe: John Borrero

Editor asociado: Derk Reed

Resumen

La autoinfección mediada por el contacto facial es una vía de transmisión de enfermedades infecciosas poco estudiada. En este estudio evaluamos el efecto producido por unas señales vibro-táctiles programadas por ordenador (las cuales se presentaban a los participantes a través de unas pulseras experimentales que se situaban en una o en ambas manos de los participantes) sobre la frecuencia en que ocho adultos sanos se tocaban su propia cara. Para evaluar el tratamiento se realizó un proceso de observación de más de 25.000 minutos de grabación en video. El tratamiento se evaluó a través de un diseño de tratamientos múltiples y de un modelo lineal jerárquico. La intervención con una única pulsera no redujo significativamente la frecuencia de contacto facial con ambas manos. Sin embargo, la intervención con dos pulseras sí redujo el contacto facial significativamente. El efecto aumentó al presentarse la intervención con dos pulseras repetidamente, de forma que durante la segunda aplicación de la intervención se produjo, de media, una reducción de 31 puntos porcentuales de contactos faciales con respecto al nivel de línea base. Dependiendo de las dinámicas de autoinfección mediada por fómites a través del contacto facial, los efectos de este tratamiento podrían ser de importancia para la salud pública. Se discuten las implicaciones tanto para la investigación como para la práctica.

PALABRAS CLAVE

entrenamiento en conciencia, ingeniería conductual, COVID-19, tocarse la cara

Aunque en la actualidad se considera que los aerosoles respiratorios constituyen la principal vía de contagio de varios virus (Wang et al., 2021), entre los que se incluye el virus SARS-CoV-2 (Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades [CDC], 2021a), la transmisión mediada por fómites sigue suponiendo un riesgo importante (CDC, 2021b). Los fómites son superficies donde las partículas virales pueden permanecer activas durante horas o incluso días. El contacto de las manos con superficies contaminadas

supone un riesgo de infección cuando posteriormente se produce un contacto de la mano con la boca, la nasofaringe o los ojos. En el caso de los virus con una alta eficacia de transferencia entre el fómite y la mano, como el rinovirus, y una alta persistencia en la piel, como el norovirus, la vía de transmisión mediante fómites puede ser crucial (Kraay et al., 2021). Los estudios epidemiológicos realizados en la comunidad presentan dificultades para establecer la contribución relativa de las diferentes vías de transmisión sobre el riesgo de infección

¹ Translated in May 2023 by Agustín Pérez-Bustamante Pereira (Hospital Universitario Ramón y Cajal, Madrid, España) with permission from SEAB and the authors. Original article: Virues-Ortega, J., Pérez-Bustamante Pereira, A., Martin, N., Moeyaert, M., Krause, P. A., Tarifa-Rodriguez, A., Trujillo, C., & Sivaraman, M. (2023). Reducing face touching through haptic feedback: A treatment evaluation against fomite-mediated self-infection. *Journal of Applied Behavior Analysis*. Advanced Online Publication. <https://doi.org/10.1002/jaba.996>.

cuando estas actúan de forma simultánea, de forma que la mayoría de los modelos de transmisión del virus del SARS-CoV-2 se han centrado en la transmisión de persona a persona (Ying y O'Clery, 2021). Sin embargo, estudios recientes indican que la transmisión producida por el contacto con superficies contaminadas puede desempeñar un papel importante, sobre todo en las primeras fases de un brote y en ambientes cerrados en los que existen numerosas superficies disponibles y una alta tasa de contacto, tales como guarderías, escuelas, residencias de ancianos y oficinas (Kraay et al., 2021). Por lo tanto, tocarse la cara sigue siendo una conducta de riesgo de gran interés para la salud pública.

Los estudios de microbiología ambiental demuestran que existen múltiples virus respiratorios que pueden permanecer activos durante periodos prolongados. Por ejemplo, Boone y Gerba (2007) informaron de que los virus de la gripe podían sobrevivir hasta una semana en metales y tejidos, y diversos coronavirus podían permanecer activos entre 3 y 12 horas en superficies de aluminio y en la parte exterior de los guantes de látex. Estos hallazgos han sido replicados para el virus SARS-CoV-2 por Riddell et al. (2020), que informaron de una vida media de hasta 65 horas a una temperatura ambiente normal.

Varios estudios realizados en entornos naturales han indicado que tocarse la cara es una conducta de alta frecuencia y alta duración. Por ejemplo, Kwok et al. (2015) realizaron un seguimiento de un grupo de estudiantes de medicina y descubrieron que se tocaban la cara una media de 23 veces por hora. Otros estudios han indicado que las personas se tocan la cara después de tocar otras superficies en entornos públicos más de tres veces por hora (Alonso et al., 2013). La evidencia nos indica que, aunque existen algunos individuos que tienden a tocarse la cara más a menudo con la mano dominante, lo más habitual es que las personas se toquen la cara con ambas manos (Dimond y Harris, 1984; Mueller et al., 2019). El hecho de que esta conducta se produzca a una tasa tan elevada implica que es probable que esté contrarrestando la eficacia del lavado de manos preventivo, ya que es altamente improbable que las personas puedan lavarse las manos a una tasa similar. A pesar de ello, las guías de actuación ofrecidas por los principales organismos para la salud pública se han centrado más en el lavado de manos que en la reducción del hábito de tocarse la cara. Por ejemplo, la Organización Mundial de la Salud (2021) y Los Centros Para el Control y la Prevención de la Enfermedad (2021c) han publicado guías detalladas sobre como lavarse las manos durante la pandemia, pero no sobre el hábito de tocarse a cara.

En uno de los primeros estudios sobre la conducta de tocarse la cara, Dimond y Harris (1984) describieron que esta conducta ocurría de forma continuada cuando las personas se encontraban en ambientes con escasa estimulación, lo cual constituye un evento disparador de otras conductas repetitivas tales como morderse las uñas, hurgarse la piel, llevarse las manos a la boca o estereotipias (Goh et al., 1995; Querim et al., 2013). Los ambientes con poca estimulación (p. ej., estar solo en una habitación vacía), suelen provocar conductas repetitivas y estereotipadas. Virues-Ortega et al. (2022) demostraron que, de 120 casos de problemas de conducta con una función automática, una media del 50% de dichas conductas se producían con mayor frecuencia cuando los participantes estaban expuestos a niveles bajos de estimulación física y social (condición *solo* o *sin interacción* en el análisis funcional). La dimensión del estímulo que resulta reforzante para muchos de los problemas de conducta que presentan una función automática pueden ser altamente específica. Por ejemplo, Goh et al. (1995) demostraron que la conducta de meterse la mano en la boca que exhibían un pequeño grupo de participantes con discapacidad intelectual estaba mantenida por la estimulación sobre la mano, en lugar de por la estimulación sobre la boca.

Del mismo modo, algunos aspectos de un estímulo háptico pueden ser intrínsecamente reforzantes. Se ha descubierto que el contacto humano puede resultar reconfortante (p. ej., colocar una mano sobre el pecho o el vientre, acariciar la parte superior de los brazos), e induce una gran cantidad de respuestas fisiológicas y psicológicas que pueden estar relacionadas con su efecto reforzante. Por ejemplo, el contacto humano puede disminuir los niveles de activación autónoma (medida a través de la alfa-amilasa salival) en situaciones de estrés (Breines et al., 2015). Del mismo modo, Dreisoerner et al. (2021) demostraron que el contacto disminuía la producción de cortisol en individuos expuestos a un estresor psicosocial estandarizado (Test de Estrés Social de Trier). Al igual que ocurre con otras conductas repetitivas, el malestar emocional también puede desencadenar un aumento de la conducta de tocarse la cara (Mueller et al., 2019), lo que enfatiza su posible función sensorial e incluso reconfortante. En resumen, la hipótesis de tocarse la cara podría tener efectos reconfortantes sería consistente con los efectos fisiológicos y emocionales asociados al tacto humano, los cuales están bien documentados (Field, 2010).

El hecho de que la conducta de tocarse la cara pueda observarse tanto en grandes simios como en humanos en proporciones similares (Suárez y Gallup, 1986) subraya lo profundamente arraigado que parece estar esta con-

T A B L A 1 Características de los participantes

Núm.	Género	Edad	País	Ocupación	Dominio de la mano	Fases A y B Mano	Montaje de la cámara
P1	H	42	España	Académico	Izquierda	Derecha	Pecho y cabeza
P2	M	31	España	Terapeuta del lenguaje	Izquierda	Derecha	Pecho
P3	H	31	España	Piloto de línea aérea	Derecha	Derecha	Pecho
P4	H	30	España	Psicólogo de hospital	Derecha	Izquierda	Pecho
P5	H	46	España	Historiador	Derecha	Derecha	Pecho
P6	M	25	Bélgica	Estudiante de doctorado	Derecha	Derecha	Pecho
P7	H	34	España	Psicólogo clínico	Derecha	Izquierda	Pecho
P8	M	34	España	Psicólogo clínico	Derecha	Ambos	Cabeza

Nota. P = Participante. H = Hombre, F = Mujer.

ducta en nuestro día a día, pudiendo también apuntar a funciones evolutivas no especificadas. Por ejemplo, una hipótesis reciente de Spencer et al. (2021) sugiere que tocarse la cara con frecuencia puede ser un mecanismo natural para aumentar la diversidad microbiana y prevenir la disbiosis (es decir, el desequilibrio de las bacterias que son positivas para el ser humano). Sin embargo, sean cuales sean los beneficios evolutivos de tocarse la cara, es probable que estos queden anulados durante una pandemia vírica.

La literatura sobre modificación de conducta indica que los hábitos y las conductas repetitivas mantenidas por retroalimentación sensorial pueden ser modificadas. Por ejemplo, el bloqueo de respuesta mediante la colocación de la mano del experimentador cerca de la boca del cliente reduce los intentos de tocar con la mano (Reid et al., 1993). Además, llevar una máscara facial puede producir un efecto de bloqueo parcial sobre la conducta de tocarse la cara (p. ej., Liebst et al., 2022). La reversión del hábito ha resultado ser un procedimiento eficaz para una serie de problemas de conducta formalmente similares a la conducta de tocarse la cara, tales como arrancarse el pelo y morderse las uñas (Bate et al., 2011). El entrenamiento en conciencia es uno de los componentes fundamentales del procedimiento de reversión del ánimo, y se ha propuesto como opción para reducir la conducta de tocarse la cara (Heinicke et al., 2020).

Curiosamente, se ha demostrado que la retroalimentación automatizada continua modula las habilidades motoras finas (Seppelt y Lee, 2019). Por ejemplo, algunos estudios han demostrado que la

retroalimentación háptica (es decir, la estimulación táctil contingente a algún aspecto de la conducta humana) puede señalar de forma eficaz algunas conductas motoras gruesas concretas tales como la cadencia al caminar (Maculewicz et al., 2016). Un análisis de la interacción persona-ordenador realizado por Michelin et al. (2021) indicó que la retroalimentación auditiva, visual o vibrotáctil podía utilizarse como señal para alertar a un individuo de que va a tocarse la cara, de forma que dicho individuo podría así evitar la conducta. Una intervención de este tipo podría interpretarse como una contingencia de castigo² en la que la estimulación sensorial (o combinación de estímulos sensoriales) que aparece de forma contingente al contacto facial, aumentaría el valor reforzante de evitar o eliminar dicha estimulación en el futuro. Existe muy poca literatura sobre el uso de contingencias de castigo para reducir hábitos y conductas repetitivas mantenidas por retroalimentación sensorial. Sin embargo, Romanczyk (1977) demostró que la conducta autoestimuladora de dos niños pequeños podía ser reducida por la presentación de estímulos punitivos administrados tanto en base a un programa de razón fija 1 como de razón variable 5, siendo ambos igual de eficaces.

Los efectos conductuales de las intervenciones de retroalimentación háptica aún no se han probado ni evaluado en entornos naturales. Sin embargo, algunos estudios sugieren que la retroalimentación háptica en la muñeca y otras partes del cuerpo se asocia con una alta perceptibilidad, usabilidad, aceptabilidad y eficacia percibida (Stiede et al., 2022; véase también Trull & Ebner-Priemer, 2014). Sin embargo, todavía no se ha

² El término castigo se utiliza aquí en su sentido técnico y no en el coloquial.

evaluado nunca el uso de feedback vibro-táctil para reducir hábitos como tocarse la cara.

Este estudio presenta una intervención realizada en un ambiente natural en el que se utilizaba una aplicación móvil y una pulsera experimental que servían para señalar la conducta de los participantes. La pulsera está diseñada para emitir un estímulo vibro-táctil inmediatamente después de que se produzcan determinadas configuraciones espaciales de la mano y la muñeca que son sugestivas de que el participante se está tocando la cara. Este estudio pretende proporcionar una evaluación preliminar de la utilidad potencial de un mecanismo de señalización mediado por ordenador para reducir la conducta de tocarse la cara en adultos sanos en entornos naturales.

MÉTODO

Participantes y entorno

Se invitó a una muestra de conveniencia compuesta por nueve adultos a participar en el estudio, de los cuales

ocho aceptaron participar. Estos participantes eran cuatro hombres y cuatro mujeres con una edad media de 33,8 años (rango, 26-46 años). Todos los participantes eran adultos sanos que vivían en su propia casa y, durante el estudio, se encontraban bajo confinamiento legal local debido a la pandemia de COVID-19 (periodo de recogida de datos, del 30 de septiembre de 2020 al 29 de diciembre de 2020). Los participantes se encontraban en España ($n = 7$) y Bélgica ($n = 1$). Los participantes sólo salían a diario para comprar alimentos y hacer ejercicio, excepto los participantes 3 y 4, los cuales eran considerados trabajadores esenciales por la comunidad. Los participantes 1 y 2 experimentaron síntomas de COVID-19 durante parte del periodo de recogida de datos. La tabla 1 presenta las características sociodemográficas de los participantes.

El protocolo del estudio fue aprobado por el comité ético de la Universidad Autónoma de Madrid (CEI 106-2062). Todos los participantes firmaron un formulario de consentimiento informado. Para preservar la privacidad de los participantes, todas las grabaciones de vídeo se realizaron sin audio.

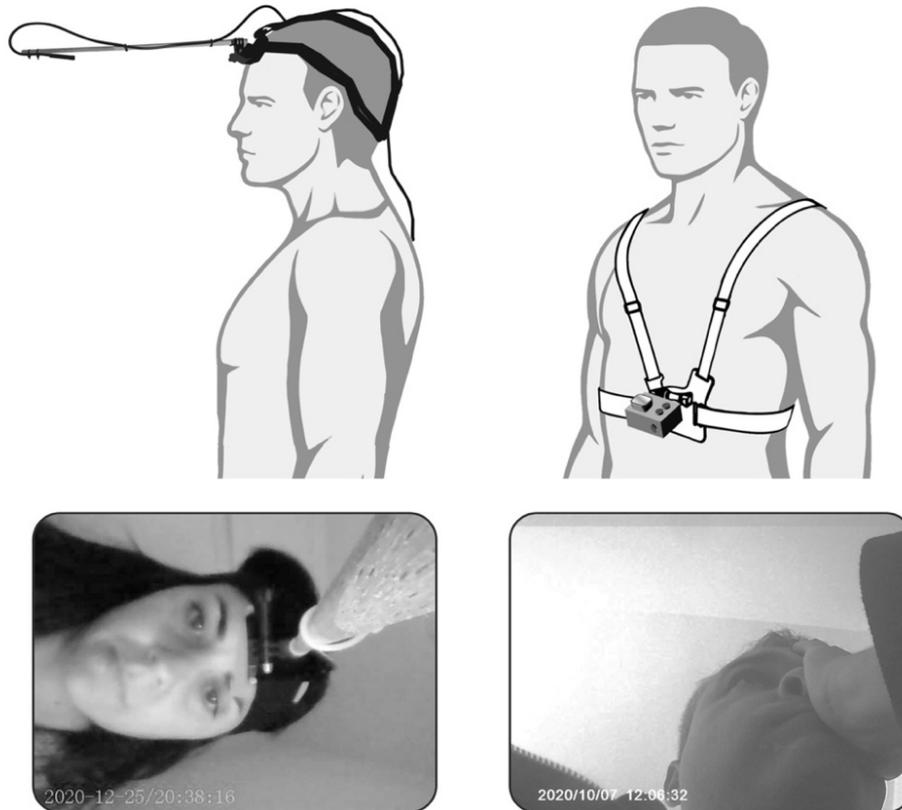


FIGURA 1 Disposiciones de la cámara montada en el pecho y en la cabeza y salida de vídeo típica

Materiales

Pulsera vibro-táctil con sensor de movimiento

Se utilizaron pulseras experimentales de detección de movimiento equipadas con un acelerómetro de tres ejes de uso corriente, un indicador acústico vibratorio apto para teléfonos inteligentes, un conjunto emisor-receptor Bluetooth y un paquete de baterías compatible con USB 2.0 (Toles & Toles, 2021, ya se ha comercializado una versión de producción en serie de estas pulseras experimentales). Para manejar las pulseras, se instruyó a los usuarios para que utilizaran la aplicación móvil Immutouch (Toles, 2020). Como parte de un proceso de calibración, la aplicación identifica cualquier pulsera que se encuentre dentro de su alcance y permite al usuario registrar una o varias posiciones de referencia tanto de la mano como de la muñeca, que ocurren habitualmente cuando el usuario se toca la cara. La detección de la posición de referencia por parte del dispositivo tiene como consecuencia la activación del indicador acústico, que provoca una serie de impulsos de vibración de 2 segundos. Si la posición de referencia continúa, el dispositivo deja de vibrar una vez transcurridos 30 s.

Dado que el estímulo vibro-táctil dependía de las configuraciones espaciales de la mano y la muñeca que cada participante había predeterminado como habituales al tocarse la cara, se produjeron algunos falsos negativos. Por ejemplo, se produjeron falsos negativos cuando los participantes se tocaban la cara utilizando una topografía de respuesta diferente a aquella que utilizaron durante el proceso de calibración. De la misma forma, se produjeron falsos positivos cuando los participantes realizaron movimientos cotidianos con el brazo en los que la posición de la mano y la muñeca se asemejaba a aquella que utilizaron durante el proceso de calibración (p. ej., beber un vaso de agua o abrir un armario de la cocina).

Como parte del proceso de calibración, se pidió a los participantes que simularan y registraran uno o dos eventos típicos en los que estuvieran tocándose la cara, los cuales servían como posiciones de referencia de las manos. El uso de múltiples eventos de referencia en los que los participantes estuvieran tocándose la cara podría haber reducido los falsos negativos a costa de aumentar los falsos positivos. En base a nuestra experiencia, utilizar uno o dos puntos de referencia permitía capturar la mayoría de las instancias en las que los participantes se estaban tocando la cara a la vez que los falsos positivos se mantenían bajos. Se pidió a los participantes que calibraran las pulseras al inicio de cada fase del estudio en la que las pulseras estuvieran activas (fases B y C). Immutouch (2020) ofrece un tutorial en vídeo del proceso

de calibración publicado por el fabricante. Las pulseras se etiquetaron con las palabras "derecha" o "izquierda" para que los participantes utilizaran siempre la misma pulsera en la misma mano.

Se realizó un análisis de sensibilidad con el Participante 1 (P1) utilizando un vídeo de una hora, en el que el participante recibía instrucciones que le indicaban que se tocara la boca, la nariz o la frente en momentos específicos. De las 200 señales que recibió las indicaciones, el participante cumplió 194 de ellas, de las cuales 155 dieron lugar a una respuesta háptica. De esta forma, la tasa de falsos negativos (número de veces que el participante se tocó la cara sin que a continuación se presentase el estímulo vibro-táctil) fue del 20,1%. Aunque no se documentaron falsos positivos, durante la prueba no se incluyeron instrucciones de eventos parecidos a tocarse la cara. La demora media hasta el inicio de la estimulación vibro-táctil fue de 1,59 s (rango, 0,21-4,77 s).

Aunque la sensibilidad del dispositivo distaba mucho de ser perfecta, la bibliografía aplicada sobre el uso de estímulos punitivos intermitentes para eliminar diversos problemas de conducta sugiere que un dispositivo de detección de sensibilidad imperfecta es capaz de reducir conductas repetitivas o hábitos (por ejemplo, Romanczyk, 1977). Sin embargo, bajo estas condiciones la reducción podría producirse de forma más gradual y menos efectiva (véase también Cipani et al., 1991).

Cámaras portátiles

Para detectar las instancias en las que los participantes se tocaban la cara a lo largo del estudio, estos llevaban una cámara deportiva montada sobre el pecho o una cámara endoscópica montada en la cabeza. El soporte para el pecho era una GoPro Chesty. El montaje en la cabeza era una GoPro Headstrap modificada con un brazo de extensión de 40 cm que sujetaba un endoscopio. La figura 1 muestra ilustraciones de estos montajes. Las cámaras utilizadas con los montajes en el pecho fueron la GoPro Hero3, la GoPro Hero4 y la Zunate 4K Ultra HD. La cámara montada en la cabeza era un endoscopio industrial Skybasic de 4,3 pulgadas. Las cámaras se orientaron hacia la cabeza del participante tanto cuando se utilizó el montaje en el pecho como con el montaje en la cabeza. La resolución de vídeo se fijó en 720p. Las cámaras podían grabar de forma autónoma durante más de 4 horas sin recargarse y estaban equipadas con una tarjeta micro-SD de 256 GB que proporcionaba almacenamiento suficiente para completar el protocolo completo del estudio para un participante.

Medición de la respuesta y acuerdo entre observadores

Miembros del equipo de investigación con entrenamiento profesional en observación conductual procesaron todos los vídeos y extrajeron los eventos de interés. *Tocarse la cara con la mano derecha* se definió como que los participantes se tocaban cualquier parte de la cara o la parte delantera del cuello con cualquier parte de la mano derecha. *Tocarse la cara con la mano izquierda* se definió como que los participantes se tocaban cualquier parte de la cara o la parte delantera del cuello con cualquier parte de la mano izquierda. *Tocarse la cara con ambas manos* se definió como que los participantes se tocaban cualquier parte de la cara o la parte delantera del cuello con ambas manos simultáneamente (con cualquier parte de la mano derecha y con cualquier parte de la mano izquierda). A efectos prácticos, la parte frontal del cuello se definió como cualquier parte del cuello anterior al plano vertical de las orejas. Los siguientes eventos no se consideraron instancias de tocarse la cara: tocarse el cuero cabelludo, sonarse la nariz, lavarse la cara, tocarse la oreja, manipularse el pelo, ponerse los auriculares, cubrirse la cabeza, utilizar el teléfono y tocarse la cara o la cabeza con un objeto (por ejemplo, un lápiz). Todas las respuestas se registraron retrospectivamente a partir de los vídeos utilizando un registro de intervalo parcial de 10 s. El número de intervalos en el que el participante se tocaba cara con la mano derecha se determinó sumando los eventos en los que el participante se tocaba la cara con la mano derecha y con ambas manos. A continuación, esta suma se dividió por el número total de intervalos y se multiplicó por 100 para calcular el porcentaje de instancias de contacto facial por intervalo. Se utilizó el mismo procedimiento para calcular el porcentaje de ocurrencias con la mano izquierda. Para la realización de los gráficos, se calculó el porcentaje medio de intervalos a lo largo de segmentos de 60 minutos (es decir, un punto de datos comprende el porcentaje medio de ocurrencia a lo largo de 360 intervalos consecutivos de 10 s). Agregar un nivel relativamente elevado de datos permitió mejorar la legibilidad de la presentación visual de los datos. Dado que este enfoque puede limitar artificialmente la variabilidad natural de la conducta, utilizamos segmentos de 20 minutos para los análisis estadísticos (los gráficos de intervalos de 20 minutos están disponibles como parte de la Información complementaria, Apéndice C).

Los observadores también recopilaron datos sobre cinco conductas secundarias, las cuales potencialmente podían influir en el contacto facial: moverse, estar al aire libre, utilizar un teléfono, llevar mascarilla y hablar (evaluado utilizando el movimiento de los labios

aproximación). *Moverse* se registró en aquellas ocasiones en las que el participante se movía (en contraposición a permanecer quieto o sentado), tal y como indicaba el movimiento inequívoco del fondo de la imagen. Sólo se contabilizaron los movimientos direccionales continuos que implicaban un cambio completo o casi completo de la imagen de fondo (es decir, montar en coche, los movimientos del cuello y los movimientos de balance no se consideraron eventos). En ocasiones, los fondos neutros sin objetos diferenciados impidieron identificar el movimiento. Tras unos análisis preliminares que indicaban una escasa concordancia, se proporcionó a los observadores ejemplos y contraejemplos de movimiento. *Estar al aire libre* se registró cuando el cielo era claramente visible en algún momento del intervalo y no se veían paredes en la proximidad del sujeto en el fondo de la imagen (estar al aire libre excluía moverse). El *uso del teléfono* se registró cada vez que un participante sostenía un teléfono junto a su oreja. El uso de auriculares o cascos con cable o inalámbricos no se consideraron instancias de *uso del teléfono*. El uso de *una mascarilla* se registró cuando el participante llevaba una mascarilla facial que le cubría totalmente la boca (es decir, no se consideró el uso de una mascarilla facial cuando únicamente cubría la barbilla o el cuello, o cuando la mascarilla estaba colgada de una sola oreja). El movimiento de los labios, como aproximación de *hablar*, se detectó automáticamente para los dos participantes que llevaban cámaras montadas en la cabeza (P1[2] y P8). Un script personalizado en Python dividió cada grabación de vídeo en segmentos de 10 s, que luego fueron procesados por el software de tracking facial OpenFace 2.0 (Baltrušaitis et al., 2018). OpenFace detecta el rostro más prominente dentro de un vídeo digital, lo compara con un modelo facial normalizado que utiliza 128 parámetros clave y estima la posición tridimensional de cada parámetro fotograma a fotograma. Krause et al. (2020) describen cómo puede utilizarse OpenFace para rastrear los movimientos de los labios relevantes para el habla (es decir, una aproximación de hablar) con un vídeo digital (véase la Información de Apoyo A para más detalles, Apéndice A). Seleccionamos conductas que implicaban movimiento (desplazarse, estar al aire libre) o que podían interferir físicamente con el contacto facial (utilizar un teléfono, llevar una máscara y hablar) como conductas que podían tener una influencia sobre la conducta de tocarse la cara. Su selección también tenía un elemento de conveniencia, ya que todas eran fácilmente observables en las grabaciones de vídeo. El análisis de otras conductas alternativas podría haberse realizado con una estrategia de captura de vídeo más

exhaustiva (por ejemplo, otras formas de manipulación que requieran el uso de una o ambas manos).

Los observadores secundarios realizaron observaciones independientes de 16 fases del estudio, tanto de línea base como de intervención, seleccionadas aleatoriamente en siete participantes (22% del conjunto de datos completo). Además, se realizó un sondeo de acuerdo intraobservador en uno de los participantes (P4) para evaluar la deriva del observador. El sondeo de acuerdo intraobservador se obtuvo haciendo que un observador codificara la misma filmación por segunda vez al cabo de unos días. Para calcular el acuerdo entre observadores, se comparó el número total de instancias de contacto facial en cada intervalo de 10 s para los observadores principales y secundarios. El acuerdo entre observadores para cada intervalo se calculó dividiendo el número más bajo de eventos registrados por cualquiera de los observadores durante el intervalo por el número máximo de eventos registrados por el otro observador y multiplicando por 100. A continuación, se calculó el acuerdo entre observadores medio para cada segmento de vídeo de 20 minutos y se determinó el acuerdo entre observadores medio global entre participantes y fases (98,1%, intervalo, 93,2%-100%). El sondeo de acuerdo intraobservador para P4 produjo una concordancia del 100%. La tabla 2 presenta un informe completo del acuerdo entre observadores.

T A B L A 2 Acuerdo entre observadores para el contacto facial

Participante	Fase	Media	Gama
P1(1)	B2	98.4%	90.2%-100.0%
	C3	99.0%	93.4%-100.0%
P2	A1	95.1%	85.3%-100.0%
	B2	94.7%	86.9%-100.0%
P3	A1	93.2%	72.1%-100.0%
	C2	98.2%	93.3%-100.0%
P4	B1	100.0%	N/A
	A2	100.0%	N/A
P5	A2	99.5%	96.7%-100.0%
	C1	99.6%	96.7%-100.0%
	B3	99.8%	98.4%-100.0%
P6	B3	99.2%	98.2%-100.0%
	C2	99.3%	96.7%-100.0%
P7	A4	100.0%	N/A
	C1	98.3%	89.3%-100.0%
	A2	97.8%	91.8%-100.0%
P8	A1	98.9%	80.3%-100.0%
	C4	99.1%	91.8%-100.0%

Nota. Los datos de P4 son una prueba de concordancia intraobservador obtenida haciendo que un observador codifique el mismo metraje por segunda vez al cabo de unos días. El resto de la tabla (P1[1], P2, P3, P5, P7, P8) informa del acuerdo entre observadores.

Procedimiento

Tras guiar a los participantes a través del proceso de consentimiento informado, ofrecerles la oportunidad de dar su consentimiento y obtenerlo mediante firmas, los participantes recibieron un paquete compuesto por dos pulseras, un teléfono móvil compatible con la aplicación de calibración de la pulsera, la cual estaba ya instalada y una cámara portátil con accesorios. Todos los participantes se sometieron a una sesión individualizada por teleconferencia de 30 minutos de duración con el investigador principal. El investigador principal siguió un procedimiento de entrenamiento de habilidades conductuales en cuatro pasos (es decir, instrucción, modelado, práctica y retroalimentación) para ayudar a los participantes a cargar, sincronizar, calibrar y llevar las pulseras, y a llevar y utilizar las cámaras de vídeo. Se instruyó a los participantes para que volvieran a calibrar las pulseras antes de iniciar cada nueva fase del tratamiento. También se proporcionó a los participantes un documento en el que se describían todas las operaciones y rutinas de las pulseras y las cámaras, los detalles de las fases secuenciales del estudio y las instrucciones para subir los datos después de cada fase. Se proporcionó a los participantes enlaces seguros para subir los archivos y se les pidió que subieran sus archivos de vídeo diariamente. Una copia de seguridad de los archivos permaneció en la tarjeta de memoria de la cámara durante todo el periodo de recogida de datos.

Se pidió a los participantes que utilizaran la cámara portátil durante el mayor tiempo posible, con un tiempo mínimo de grabación de cuatro horas al día para cualquiera de las fases con la cámara montada en el pecho o de dos horas para la cámara montada en la cabeza (debido a la incomodidad adicional causada por el uso prolongado del equipo montado en la cabeza). Si el tiempo de grabación acumulado dentro de una fase en curso era inferior a cuatro horas, se pedía a los participantes que permanecieran dentro de esa fase durante uno o más días adicionales hasta que se cumpliera el criterio de las cuatro horas. Se invitó a los participantes a permanecer dentro de cada fase todo el tiempo que desearan incluso después de que se hubiera cumplido el criterio de las cuatro horas.

Se animó a los participantes a que grabaran a lo largo del día durante cualquier actividad natural tanto en interiores como en exteriores, excepto comer, beber, ir al baño y dormir. Se excluyó comer y beber porque cabría esperar que generasen frecuentes falsos positivos de las pulseras. Para prevenir y mitigar cualquier dificultad práctica o técnica, el equipo de investigación se puso en contacto con cada participante el primer día de grabación

(por teléfono o mensajería instantánea), y la comunicación continuó de forma intermitente a lo largo del estudio, en sus diferentes fases.

Diseño

Se utilizó un diseño de reversión de tratamientos múltiples ABABCBCACAC (Diseño experimental 1) para los participantes P1, P2, P3, P4, P5, P6 y P8, y un diseño de reversión ACAC (Diseño experimental 2) para los participantes P1 y P7 (Morgan y Morgan, 2008). Como P1 completó ambos diseños, éstos se designan posteriormente como P1(1) y P1(2). Los participantes llevaron una pulsera inactiva durante las fases de línea base del diseño 1 (A). Durante las fases de intervención con una pulsera (B), los participantes llevaban una pulsera activa en la misma muñeca utilizada durante la línea base. Los participantes llevaron una pulsera activa en cada muñeca durante las fases de intervención con dos pulseras (C). Durante las fases de línea base del Diseño 2 (A), los participantes llevaban una pulsera inactiva en ambas muñecas; durante las fases de intervención con dos pulseras (C), los participantes llevaban una pulsera activa en cada muñeca, igual que en el Diseño 1. La notación formal ABABCBCACAC y ACAC denota el número y la secuencia de las fases del estudio (por ejemplo, la tercera "B" es la tercera fase con una pulsera para los participantes que recibieron el Diseño 1).

El Diseño 1 pretendía determinar los efectos separados y combinados de llevar una o dos pulseras. Sin embargo, como las fases B siempre preceden a las fases C en un diseño de tratamiento múltiple de este tipo, un segundo análisis utilizando el diseño 2 (aunque sólo con dos participantes) ayudó a determinar si una línea base con dos pulseras inactivas (en comparación con la línea base con una única pulsera inactiva utilizada en el diseño 1) correlacionaría con un mayor o menor contacto facial. Para minimizar cualquier efecto sistemático relacionado con la dominancia de una mano, se seleccionó aleatoriamente la mano en la que cada participante llevaría la pulsera durante las fases A y B del diseño de tratamiento múltiple (Tabla 1).

Análisis estadístico

Complementar el análisis visual con modelos estadísticos específicos de los diseños experimentales de caso único puede ser de especial interés cuando se evalúa un nuevo modelo de intervención en un ambiente natural en el que es probable que existan niveles elevados de variabilidad. Los análisis estadísticos pueden determinar con precisión

el efecto de diversas variables dependientes y moderadores e informar evaluaciones experimentales futuras más sofisticadas. Los diseños de tratamiento múltiple y reversión utilizados en este estudio implicaron que cada participante estuvo expuesto múltiples veces a los tres niveles de la variable dependiente (es decir, línea base, intervención con una pulsera y con dos pulseras) y que existían múltiples medidas para cada participante dentro de cada uno de esos niveles o fases. La estructura de datos anidados resultante debía abordarse durante el análisis de los datos, ya que las observaciones dentro de un mismo participante están más relacionadas entre sí que las observaciones entre participantes (véase Moeyaert et al., 2014). Por lo tanto, utilizamos modelos lineales jerárquicos (MLH) para abordar varias preguntas clave de la investigación. En primer lugar, ¿cuál es el tamaño del efecto de una intervención con una sola pulsera (fases B) sobre la conducta general de tocarse la cara? En segundo lugar, ¿cuál es el efecto de una intervención con dos pulseras (fases C) sobre la conducta general de tocarse la cara? En tercer lugar, ¿cuál es el efecto de los moderadores seleccionados sobre el efecto de la intervención y sobre tocarse la cara, independientemente de la fase de intervención?

Se utilizó una métrica combinada de tocarse la cara (es decir, el porcentaje de intervalos de 10 segundos con contacto con la mano derecha, izquierda o ambas manos en segmentos de 20 minutos) para evaluar las dos modalidades de intervención clave (intervención con una pulsera y con dos pulseras) en todas las repeticiones del diseño de reversión de tratamientos múltiples (Diseño 1). Se utilizó un alfa de 0,05 dividido por el número de análisis realizados con los mismos datos. Todos los análisis MLH se realizaron con SAS para Windows (SAS Institute Inc., 2021). Los gráficos y las pruebas de significación de la pendiente de las líneas de regresión de los predictores se realizaron con Prism GraphPad (v. 9.0.1) (GraphPad Software, 2021). Una presentación ampliada de los modelos estadísticos, incluido un análisis detallado de la potencia a posteriori, utilizados para nuestros análisis, además del código SAS utilizado, está disponible en la Información complementaria (Apéndices B y D). Los lectores interesados en saber más sobre los usos potenciales del MLH para los analistas de conducta pueden consultar Becraft et al. (2020) y Virues-Ortega et al. (2023).

Procesamiento de datos

La colección completa de vídeos del estudio incluyó 25.200 min de grabaciones de vídeo (aproximadamente

53 h por participante). Los observadores recibieron hojas de cálculo preformateadas de Microsoft Excel en las que registrar todos los eventos. Se desarrolló un script de Excel Visual Basic for Applications para extraer los datos relevantes de todas las hojas de cálculo, calcular el número de eventos de cada evento objetivo para cada intervalo de 10 s y segmento de 20 min, y generar las puntuaciones del porcentaje de ocurrencia para la elaboración de gráficos y el análisis de datos.

Integridad del procedimiento

Los participantes rellenaron una lista de comprobación de integridad del procedimiento cada uno de los días en los que se grabaron en vídeo. Ésta se proporcionó en forma de hoja de cálculo en línea utilizando Google Sheets. Se invitó a los participantes a rellenar la lista de comprobación describiendo los aspectos clave del procedimiento. Esta información y los vídeos grabados permitieron calcular varios indicadores de integridad de procedimiento. Estos indicadores incluían: el porcentaje de fases aplicadas correctamente (en el orden previsto y con el número previsto de pulseras); el porcentaje de fases con una duración mínima de vídeo (las fases con al menos 4 h de metraje); y el porcentaje de fases con una colocación correcta de las pulseras (el número previsto de pulseras [1 o 2] en su(s) ubicación(es) prevista(s) [derecha, izquierda o ambas], con el ajuste previsto [activo frente a inactivo]). El porcentaje de fases del estudio aplicadas según lo previsto fue del 96% (P2 aplicó la secuencia A3-C1-B3 en lugar de B3-C1-A3). Las grabaciones de vídeo tuvieron la duración mínima prescrita en el 96% de las fases de estudio (las fases B2 y B3 de P1 sólo duraron 3,3 y 3,4 horas, respectivamente, y la fase C1 de P5 duró 3,7 horas). Los participantes realizaron pruebas de calibración hasta que no se detectaron falsos positivos ni falsos negativos al comienzo de todas las fases B y C, excluida la fase B3 de P2, para la que el participante informó no haber realizado la prueba de calibración.

Aceptabilidad y experiencia del usuario

Tras completar el protocolo del estudio, los participantes respondieron a una escala visual analógica de 16 ítems para expresar su acuerdo con las afirmaciones de aceptabilidad y usabilidad relativas al estudio en el que habían participado. La escala oscilaba entre 0 y 100; las puntuaciones más bajas indicaban desacuerdo y las más altas, acuerdo. En consonancia con la importancia del alcance de la evaluación de la validez social, las afirmaciones abarcaban los objetivos, los procedimientos

y los efectos de la intervención (Wolf, 1978). La mitad de los ítems (ítems 2, 4, 5, 9, 10, 12, 14 y 15) estaban redactados de forma negativa para documentar el posible sesgo de aquiescencia.

RESULTADOS

Las figuras 2 y 3 muestran la cantidad de contactos faciales durante el estudio. Todos los participantes se tocaron la cara durante la línea base. Sin embargo, hubo una variabilidad considerable en el nivel medio de contacto facial entre los participantes. P2, P3 y P4 mostraron una diferenciación general y consistente entre la mano dominante y la no dominante durante la línea base, y P2 y P4 presentaron niveles relativamente más altos de contacto facial con la mano dominante a lo largo de las fases de la línea base. En comparación, P3 mostró niveles relativamente más altos de contacto facial con la mano no dominante. Esto sugiere que la dominancia de la mano no tuvo una gran influencia sobre la variabilidad general del contacto facial observado en estos participantes.

Intervención con una sola pulsera

El análisis visual sugiere que la intervención con una sola pulsera (fase B) no redujo de forma consistente el contacto facial en ambas manos en ninguno de los participantes. La intervención con una sola pulsera produjo, aparentemente, una reducción del contacto facial específicamente en la mano activa (la mano que llevaba la pulsera activa durante las fases B) para P1(1), P2, P4, P5 y P6, mientras que P3 y P7 no mostraron un efecto específico en la mano activa durante las fases con una sola pulsera. Este efecto específico de la mano activa no se observó de forma clara en todas las reversiones a la fase con una sola pulsera. Por ejemplo, P4 mostró este efecto en la segunda y tercera fase con una sola pulsera, pero no en la primera. Los niveles de contacto facial con la mano en la que se encontraba la pulsera activa durante la última fase con una sola pulsera para P1(1), P2, P4, P5 y P6 fueron casi nulos. Sin embargo, los contactos facial con la mano con la pulsera activa en la fase de línea base precedente fueron relativamente bajos para P2, P4 y P5. La aplicación repetida de la intervención con una sola pulsera no mejoró la diferenciación del contacto facial entre las manos. Sin embargo, P2 y P6 mostraron diferenciación entre manos sólo en la primera y en la tercera fase con una sola pulsera. Curiosamente, la intervención con una sola pulsera produjo un contacto facial por encima del de línea base en un uno de los participantes (P5), lo que sugiere que el contacto facial

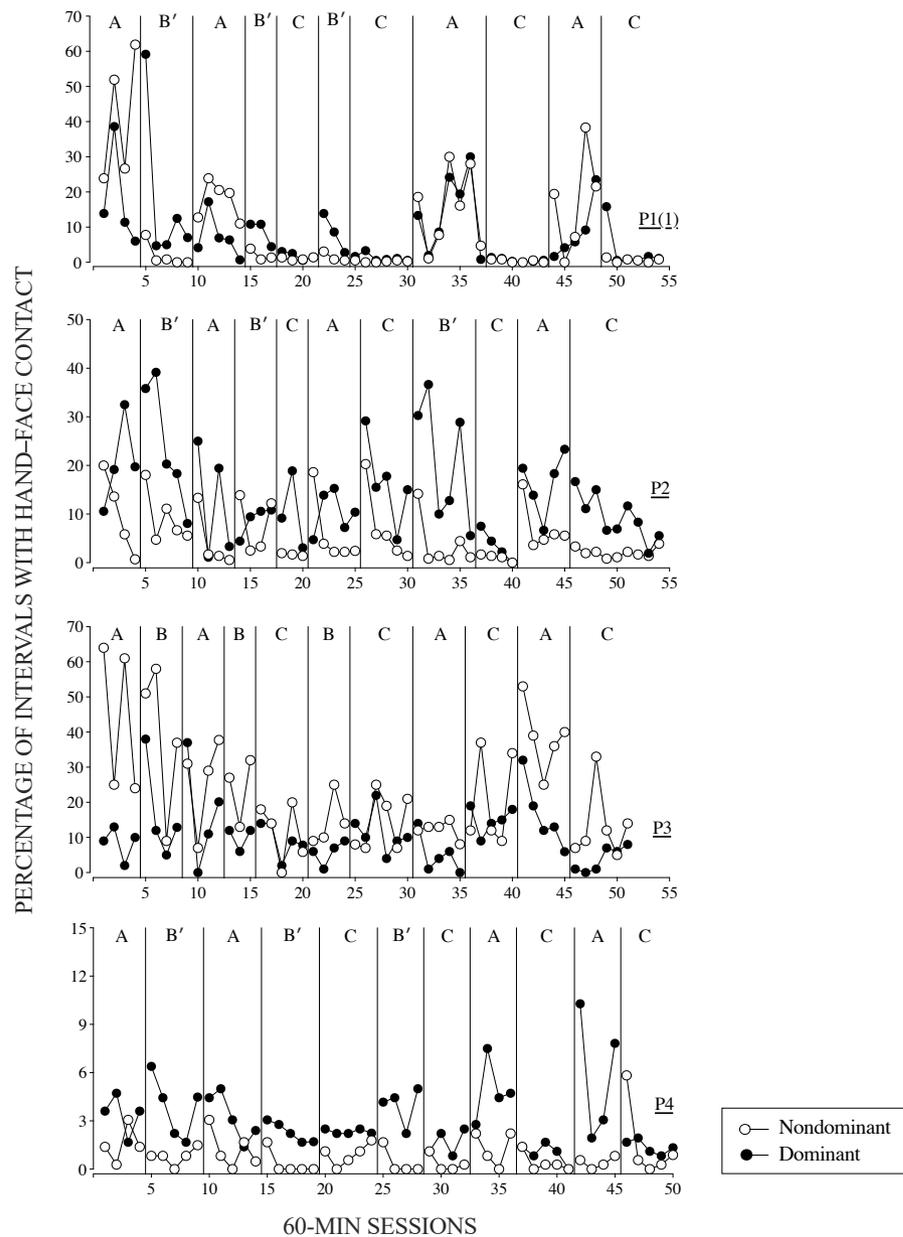


FIGURA 2 Contacto facial durante las fases de línea base (A), de una pulsera (B) y de dos pulseras (C). La pulsera se colocó en la mano dominante durante las fases B y en la mano no dominante durante las fases B'. Los ejes y están escalados individualmente.

compensatorio fue un subproducto poco probable de la intervención con una pulsera. En consonancia con el análisis visual, el HLM no reveló un efecto significativo de la intervención combinada con una sola pulsera. El cambio en el valor porcentual del contacto facial combinado entre las fases de línea base e intervención fue de $-4,86$, lo que no fue estadísticamente significativo, $\hat{\theta}_1 = -4,14$ $t(5,86) = -1,57$, $p = 0,17$.

Intervención con dos pulseras

El análisis visual reveló que la intervención con dos pulseras indujo niveles cercanos a cero de contacto facial para P1(1), P5 y P6, y pequeñas reducciones de contacto facial para P2, P3, P4 y P8. La intervención con dos pulseras produjo una reducción en la respuesta de

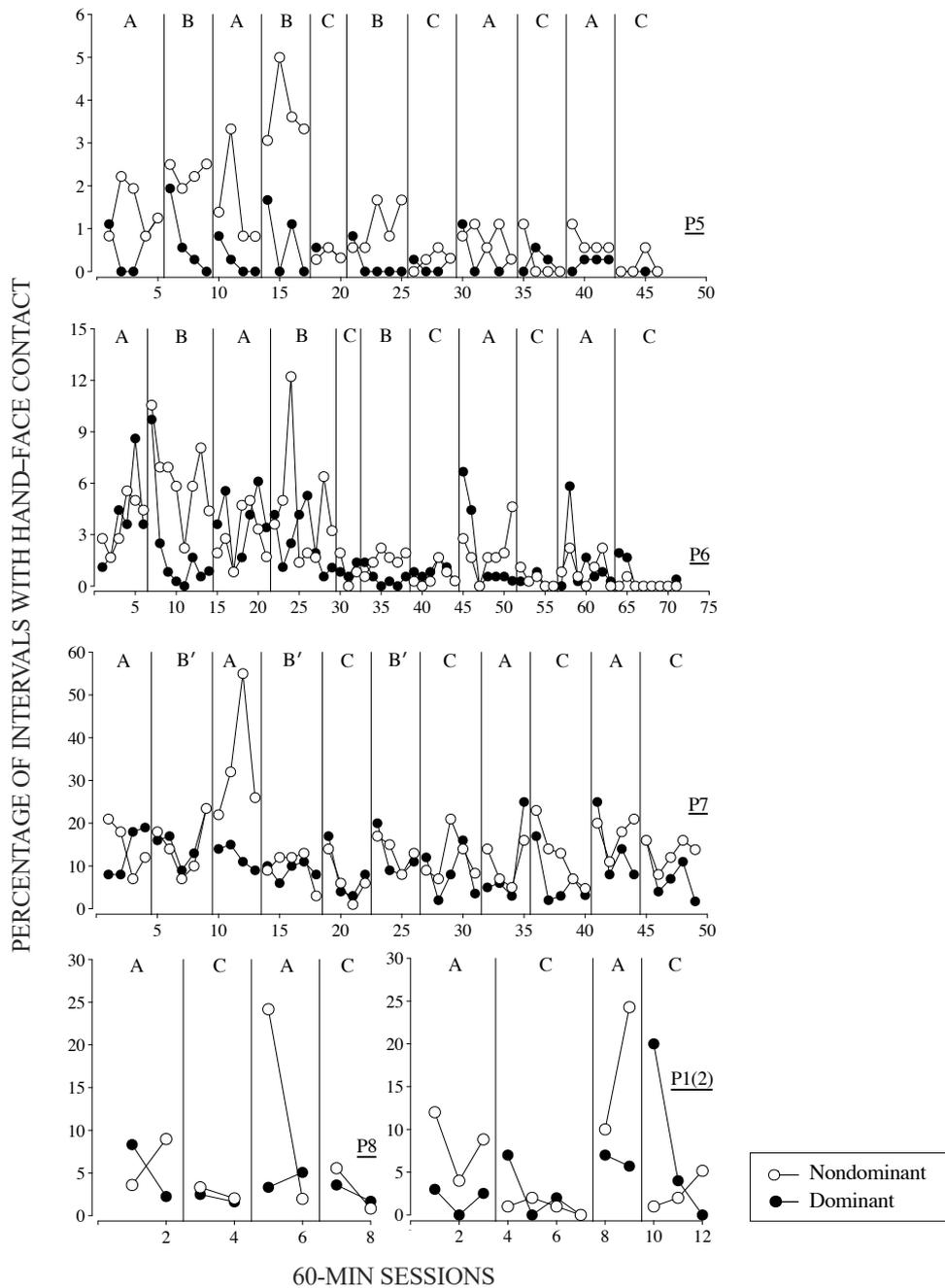


FIGURA 3 Contacto facial durante las fases de línea base (A), de una pulsera (B) y de dos pulseras (C). La pulsera se colocó en la mano dominante durante las fases B y en la mano no dominante durante las fases B'. Los ejes y están escalados individualmente.

contacto facial global para todos los participantes excepto P2 y P4, para quienes redujo el contacto facial con la mano no dominante más que el contacto facial con la mano dominante. El efecto no siempre fue consistente a través de las distintas reversiones (P3, P7) y las tendencias de transición relativamente largas pueden

haber impedido la apreciación completa del efecto en algunos casos (P2). Las repeticiones ACAC de P1(2) y P8 (figura 3) mostraron que la intervención con dos pulseras podía ser eficaz sin fases precedentes con una sola pulsera. En consonancia con el análisis visual, el cambio en el valor porcentual entre las fases agrupadas

de línea base e intervención fue de -6,91 unidades porcentuales, lo que resultó estadísticamente significativo, $\hat{\theta}_1 = -6,91$, $t(8,86) = -3,49$, $p = 0,0071$.

Exposiciones repetidas a la intervención de dos pulseras

Evaluamos si el efecto de la intervención con dos pulseras cambiaba a lo largo de las exposiciones repetidas a la intervención. En concreto, evaluamos los efectos de la intervención a lo largo del diseño de reversión de tratamientos múltiples (las transiciones BC no se incluyeron en este análisis). Por ejemplo, la tendencia decreciente de P2 en la mano dominante durante las fases con dos pulseras fue más evidente en C3 y C4 en relación con C1 y C2. Además, P5 y P6 mostraron niveles relativamente más bajos de contacto facial durante C4 en relación con las fases precedentes con dos pulseras.

Como parte de los análisis estadísticos, consideramos los cambios en los niveles de A y C a lo largo del tiempo evaluando las transiciones de fase individualmente (en lugar de agrupar las fases A y C). Dado que el análisis visual no reveló fuertes tendencias, el modelo de análisis no incluyó un factor de tendencia. El cambio en el nivel de contacto facial entre C2 y A3 aumentó en 2,92 puntos porcentuales, $\hat{\theta}_1 = 2,92$, $t(9,72) = -1,40$, $p = 0,19$, lo que no fue estadísticamente significativo. La cantidad de contacto facial entre A3 y C3 se redujo en 3,84 puntos porcentuales, lo que tampoco fue estadísticamente significativo, $\hat{\theta}_2 = -3,84$, $t(8,96) = -1,56$, $p = .15$. De nuevo, se produjo un aumento del contacto entre C3 y A4 de 10,91 puntos porcentuales, lo que sí fue estadísticamente significativo, $\hat{\theta}_3 = 10,91$, $t(8,62) = 4,49$, $p = 0,0017$. Por último, se produjo una disminución significativa del contacto facial entre A4 y C4, $\hat{\theta}_4 = -10,40$, $t(5,92) = -3,26$, $p = .0175$. En consonancia con el análisis visual, estos resultados sugieren que la intervención con dos pulseras tuvo más éxito a la hora de disminuir el contacto facial que la intervención con una pulsera y que las últimas reversiones fueron más eficaces que la exposición inicial.

Predictores y moderadores

La figura 4 presenta un diagrama de dispersión del contacto facial frente a las conductas que potencialmente influían sobre el contacto facial (predictores) seleccionadas entre los participantes. Las pruebas de significación de la pendiente de la línea de regresión indicaron que era menos probable que los participantes

se tocaran la cara cuando estaban al aire libre, $F(1, 1177) = 6,08$, $p = 0,0138$, y cuando llevaban una mascarilla, $F(1, 1177) = 14,05$, $p = 0,0002$. Las pendientes de todos los demás predictores, incluidos moverse, sostener un teléfono y hablar, no fueron significativamente diferentes de cero ($p > .05$). Cuando se analizaron como moderadores del efecto de la intervención, moverse, estar al aire libre, sostener un teléfono y llevar una mascarilla no alteraron significativamente el efecto de la intervención durante las comparaciones AB y AC. Por lo tanto, es posible que las actividades cotidianas comunes no tenga influencia sobre el efecto (o a la ausencia del mismo) de las intervenciones con una pulsera y con dos pulseras. Sin embargo, un análisis detallado de potencia a posteriori indicó que los análisis moderadores de los efectos del tratamiento tenían en general una potencia insuficiente (Información complementaria, tabla B4).

Aceptabilidad y experiencia del usuario

Los resultados de la encuesta de aceptabilidad se resumen en la figura 5. En general, los participantes indicaron que las pulseras les ayudaban a ser conscientes de que se tocaban la cara ($88,8 \pm 5,1$), a reducir el contacto con la cara en casa ($90,0 \pm 5,7$) y a reducir el contacto con superficies potencialmente contaminadas en general ($93,6 \pm 3,9$). Los participantes consideraron que llevar las pulseras era compatible con la realización de las rutinas diarias ($93,9 \pm 3,7$) e informaron de que la vibración era fácil de detectar ($100,0 \pm 0,0$). De acuerdo con nuestro análisis de sensibilidad, la mayoría de los participantes indicaron que las pulseras producían algunos falsos positivos ($60,0 \pm 11,5$) y falsos negativos ($46,3 \pm 10,9$). Todos los participantes estuvieron de acuerdo en que era esencial reducir el contacto con la cara ($97,3 \pm 1,7$) y evitar el contacto con superficies potencialmente contaminadas ($97,1 \pm 1,9$). Aproximadamente la mitad de los participantes expresaron un alto grado de acuerdo, lo que indica que estaban motivados para abstenerse de tocarse la cara tras notar la vibración. Curiosamente, algunos participantes afirmaron utilizar conductas alternativas (por ejemplo, entrelazar las manos, tocarse las manos, tocarse el pelo o mover los músculos faciales para aliviar el picor) para ayudarles a abstenerse de tocarse la cara ($69,3 \pm 12,3$) y que las pulseras les ayudaron a ser conscientes de conductas habituales distintas a tocarse la cara (por ejemplo, morderse las uñas, frotarse el pelo o tocarse los ojos o las orejas, $93,6 \pm 3,9$).

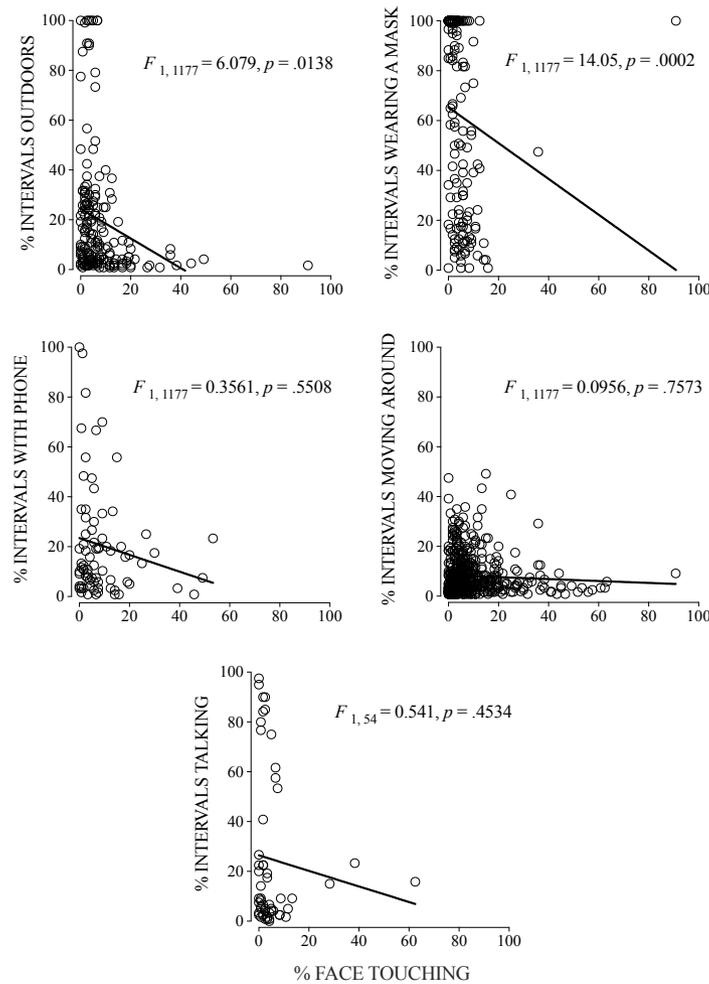


FIGURA 4 Posibles conductas que inflúan en el contacto facial. Todas las pruebas de significación de la pendiente de la línea de regresión entre los porcentajes de intervalos de 10 s con la conducta que inflúa sobre el contacto facial y con el propio contacto facial en todos los segmentos de 20 min entre los participantes. Las sesiones en las que la conducta registrada fue igual a cero se han eliminado de los gráficos.

DISCUSIÓN

Este estudio sugiere que es posible realizar una evaluación natural de la conducta de tocarse la cara utilizando cámaras portátiles de forma semicontinua durante períodos prolongados de línea base e intervención. La intervención con una pulsera produjo una reducción clara, aunque de escasa magnitud, del contacto facial con la mano que llevaba la pulsera en cinco de los siete participantes que se sometieron al diseño completo de reversión de tratamientos múltiples. Sin embargo, no pudo establecerse ningún efecto reductor global de la intervención con una pulsera sobre la conducta de tocarse la cara en general. La intervención con dos pulseras produjo niveles significativamente más

bajos de contacto facial, y, de acuerdo con el análisis estadístico, el efecto reductor fue aumentando con la aplicación repetida de la intervención. Los efectos de la intervención fueron algo idiosincrásicos, ya que algunos participantes mostraron una reducción casi completa del contacto facial (por ejemplo, P1, P5, P6), mientras que en otros (por ejemplo, P3, P4, P7) el efecto fue mínimo o nulo. Además, la velocidad del efecto varió mucho entre los participantes. Variables como el uso de mascarillas, que se sabe que afectan al contacto facial (Chen et al., 2020; Stefaniak et al., 2021), se asociaron con un menor número de eventos de tocarse la cara. Sin embargo, las conductas estudiadas no moderaron la reducción del contacto facial, lo que indica una cierta solidez del efecto de la intervención. Es difícil descartar la posibilidad de

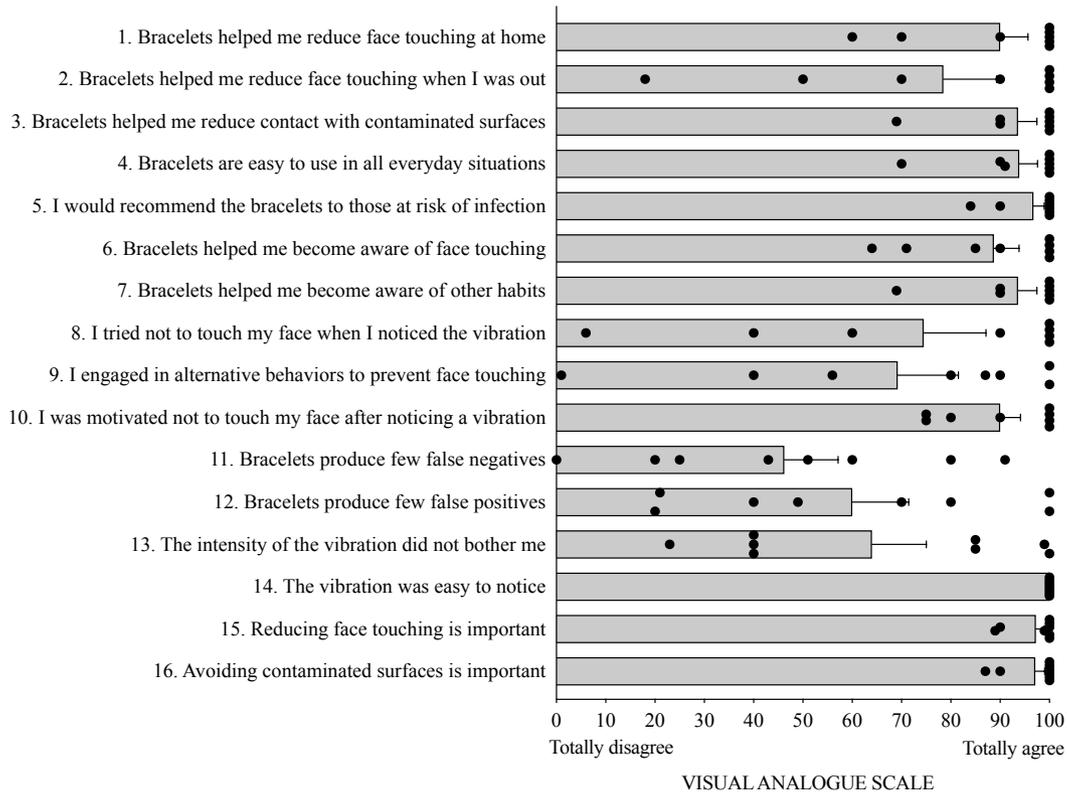


FIGURA 5 Aceptabilidad y experiencia del usuario. Puntuaciones individuales, medias y errores estándar. La mitad de los ítems (es decir, los ítems 2, 4, 5, 9, 10, 12, 14 y 15) se redactaron de forma negativa para documentar el posible sesgo de aquiescencia. Para facilitar la interpretación, todos los ítems están redactados y puntuados positivamente en el diagrama.

que una parte o incluso gran parte de la variabilidad de la respuesta mostrada por los participantes se debiera a que los individuos realizaban diversas actividades (y quizá cambiaban de una a otra) que no se controlaron ni registraron como posibles variables que influenciasen el contacto facial. Aunque nuestro enfoque podría haberse mejorado con algunas reglas, parámetros y límites en torno a las actividades que los participantes debían realizar durante las sesiones de grabación, consideramos que realizar una grabación verdaderamente natural era uno de los aspectos positivos del estudio, fortaleciendo la interpretación de los resultados. No obstante, el hecho de que estar al aire libre y llevar una mascarilla se asociara con menos contacto facial es un hallazgo interesante e importante, que sugiere que este tipo de intervenciones podrían estar enfocadas únicamente a situaciones de alto riesgo.

Este estudio constituye la primera evaluación natural de una estrategia de intervención para el contacto facial realizada hasta la fecha. Este tipo de evaluaciones naturales constituyen un enfoque metodológico clave para evaluar conductas de alta frecuencia que son de

interés para la salud pública. Tocarse la cara es una conducta sorprendentemente diversa en cuanto a su topografía. Los individuos pueden tocarse cualquier zona de la cara, con una o ambas manos, utilizando uno o varios dedos, las palmas, el dorso de la mano o los nudillos. Tal heterogeneidad en la respuesta aumenta la complejidad de registrar estas conductas de forma fiable. Quizá debido a este reto, los estudios sobre el contacto facial en la literatura se han limitado a estudios de encuestas (por ejemplo, Guzek et al., 2020) o a estudios que utilizan la observación de conductas con conjuntos de datos muy modestos. Por ejemplo, Lucas et al. (2020) estudiaron la frecuencia con la que se tocaban la cara los profesionales sanitarios de hematología pediátrica y oncología pediátrica. Sin embargo, sus resultados incluyeron únicamente 330 min de observación (en relación con los más de 25.000 min de observación directa obtenidos en este estudio). Posiblemente debido al coste de realizar estudios en entornos naturales, las estrategias basadas en señales que permiten reducir el contacto facial no se han evaluado en este tipo de

entornos ni durante periodos prolongados (Michelin et al., 2021).

Aunque el estudio actual estableció la viabilidad de una evaluación natural de la conducta de tocarse la cara y demostró que la intervención con dos pulseras producía algunos efectos positivos, en el futuro, otros estudios deberían evaluar si los efectos reductores aquí documentados se traducen en una reducción del riesgo de transmisión mediada por fómites en ambientes de alto riesgo como escuelas, oficinas y hospitales (Kraay et al., 2021). Por lo que sabemos, el contacto facial no se ha modelado adecuadamente como vector de transmisión. La dinámica de la transmisión mediada por el contacto facial es fundamental para evaluar la importancia social de los hallazgos actuales. Por ejemplo, una relación lineal o dosis-respuesta entre el contacto facial y el riesgo de transmisión sugeriría que las reducciones en el contacto facial dentro de los intervalos presentados en este estudio (es decir, entre 15-30 eventos menos por hora) podrían tener un efecto considerable en la reducción del riesgo. Lavarse las manos puede ser un método análogo al de tocarse la cara en este sentido. Por ejemplo, un estudio de transmisión comunitaria realizado por Beale et al. (2021) indicó que unos niveles moderados de lavado de manos podrían conducir a una reducción superior al 30% del riesgo personal de infección por coronavirus (razón de tasas de incidencia ajustada = 0,64, $p = 0,04$). Sin embargo, los autores no encontraron una relación dosis-respuesta, lo que significa que lavarse las manos con alta frecuencia (es decir, más de 10 veces al día) no condujo a reducciones adicionales del riesgo personal de infección. Suponiendo que el efecto protector de reducir el contacto con la cara se caracterice mejor en función de la relación dosis-respuesta (como puede ser el caso del lavado de manos), las estrategias reductoras como la que hemos presentado aquí podrían tener un menor valor, especialmente entre aquellos con niveles relativamente altos de contacto facial durante la línea base. Se necesitan tanto estudios de modelado como de cohortes comunitarias para determinar el nivel de reducción del riesgo que puede atribuirse a cada unidad de reducción del contacto facial.

Evaluamos un conjunto intencionadamente minimalista de intervenciones (estimulación vibro-táctil de una pulsera frente a la de dos pulseras contingente a los eventos de contacto facial) con el objetivo conservador de determinar si dichas intervenciones pueden conducir a la reducción eficiente del contacto facial. La optimización de los efectos de las intervenciones puede requerir de considerables investigaciones adicionales. Específicamente, las estrategias de entrenamiento en conciencia, como la

evaluada aquí, es sólo uno de los diversos componentes incluidos habitualmente en los paquetes de intervención basados en la evidencia para mejorar las conductas repetitivas o hábitos. Por ejemplo, Miltenberger (2016) recomienda combinar el entrenamiento en conciencia con otros componentes de intervención basados en la evidencia, incluidas las estrategias de respuesta competitivas, el apoyo social y los procedimientos motivacionales (véase también Heinicke et al., 2020). Las investigaciones futuras también pueden considerar la posibilidad de investigar la sensibilidad del dispositivo de detección de movimiento, así como la demora del estímulo vibro-táctil. Varios estudios han demostrado que la presentación contingente pero intermitente y demorada de estímulos putativamente aversivos tiene un efecto deletéreo sobre la inmediatez y la magnitud de las intervenciones destinadas a reducir conductas problemáticas en estudios de laboratorio y clínicos (Lerman et al., 1997; O'Donnell et al., 2000; véase también la evidencia en apoyo del castigo demorado en Donaldson & Vollmer, 2012; Van Houten & Rolider, 1988). Tales hallazgos pueden explicar los patrones de resultados demorados y, en cierta medida, idiosincrásicos encontrados entre algunos participantes en este estudio.

Sería interesante establecer si los efectos de la estimulación vibro-táctil contingente son el resultado de una mayor concienciación o el producto de un procedimiento de castigo leve. En la práctica, estos efectos podrían ser difíciles de separar, ya que la concienciación puede, de hecho, establecerse mediante un castigo diferencial. Según la encuesta de usabilidad, la retroalimentación háptica hizo que los participantes fueran más conscientes de la conducta (figura 5). Estudios futuros podrían evaluar el recuerdo de los individuos de la ocurrencia reciente de la conducta (una aproximación de la conciencia) como una función de la retroalimentación háptica contingente mientras se evalúa el impacto de varios programas de castigo intermitente. Presumiblemente, el aumento de la conciencia puede ser función del número de emparejamientos conducta-retroalimentación, mientras que los efectos reductores del castigo podrían depender del programa de castigo o de la magnitud del evento punitivo.

La estructura de nuestro conjunto de datos no permitió realizar un análisis de características operativas del receptor (ROC), ya que en nuestro análisis de sensibilidad no había eventos "falsos" dentro de la variable de referencia (es decir, eventos de contacto facial verdaderos), mientras que la variable predictora (es decir, la aparición del estímulo vibro-táctil) era dicotómica. Es posible realizar análisis más exhaustivos utilizando definiciones basadas en el tiempo para las variables de

referencia y predictoras, posiblemente utilizando la duración y la latencia como sustitutos de las variables de referencia y predictoras, respectivamente. En concreto, los eventos de contacto de una duración determinada podrían identificarse como eventos verdaderos, mientras que la demora de la retroalimentación háptica podría caracterizarse como una variable predictora. Además, podría ser posible añadir eventos de referencia "falsos" mediante la coreografía de movimientos cercanos al contacto facial, pero sin contacto real de la mano con la cara. Sin embargo, sería difícil determinar la validez ecológica de tales evaluaciones³. Hubiera sido importante documentar los falsos positivos. Sin embargo, éstos eran muy predecibles cuando un sujeto asumía orientaciones de la muñeca características del contacto facial (por ejemplo, alcanzar un objeto en un armario alto, beber de un vaso, afeitarse, cepillarse los dientes). Para el presente análisis preliminar, documentar los falsos negativos parecía el enfoque más práctico, ya que los falsos negativos indican la razón o el porcentaje de programa al que podrían haber estado expuestos los participantes. Aunque una tasa de falsos negativos de 0,20 puede parecer alta, es paralela a una razón variable de 1,25 (80% de respuestas reforzadas). Algunos informes sugieren que un programa de castigo de razón fija 2 (50% de las respuestas castigadas) puede ser tan eficaz como el castigo continuo (por ejemplo, Uhl, 1967). La literatura aplicada también ha encontrado efectos comparables del castigo continuo y del intermitente en algunas circunstancias, aunque se hayan evaluado programas mucho menos estrictos (Donaldson y Vollmer, 2012; Lerman et al., 1997; Romanczyk, 1977).

En resumen, futuros estudios podrían ampliar los análisis de sensibilidad y especificidad y los posibles efectos sobre el programa de la retroalimentación háptica. Es probable que estos factores repercutan en la eficacia y la aceptabilidad de la intervención. De hecho, los falsos positivos y los falsos negativos observados en el análisis de sensibilidad y en la encuesta de usabilidad pueden ser una barrera potencial contra una adopción más amplia del sistema propuesto. Éstos pueden atribuirse a la detección indirecta de la conducta objetivo a través de la orientación de la muñeca en lugar de la detección directa de la distancia entre la mano y la cara. Este último enfoque podría haber sido más preciso a costa de requerir de la colocación de un aparato adicional en la cabeza o cuello de los participantes.

Aunque los estudios de *N pequeñas* como éste pueden ser ideales para explorar los parámetros de la

intervención que podrían optimizar sus efectos, nuestros hallazgos deberían reproducirse y ampliarse en evaluaciones de tratamientos de *N* más grandes y ensayos aleatorizados controlados. En general, el presente análisis presenta una evaluación preliminar de un sistema de señales mediado por ordenador y su efecto sobre un hábito clave que podría reducirse durante las epidemias/pandemias en las que la transmisión por fómites esté implicada de forma significativa. También presentamos un estudio de caso sobre la detección automática de conductas humanas como el eslabón tecnológico perdido para controlar y reducir conductas potencialmente dañinas en entornos natural. Los estudios con una *N* más amplia también serían útiles para evaluar las fuentes de variabilidad entre sujetos y podrían ayudar a mejorar la eficacia de la intervención para aquellos que inicialmente no respondieron o respondieron poco.

Las investigaciones futuras también deberían considerar las condiciones en las que la optimización de la precisión de la tecnología puede depender de contextos ambientales específicos. Por ejemplo, la precisión de los puntos de referencia puede ser menos crítica cuando se camina, ya que quizás sea suficiente con que cualquier movimiento de la mano que se eleve por encima del nivel de los hombros active el estímulo vibro-táctil. Sin embargo, se requeriría de una mayor precisión cuando se está sentado, siendo necesarios múltiples puntos de referencia.

La presente evaluación sugiere que el contacto entre la mano y la cara, el cual constituye una conducta de riesgo potencial para la transmisión de virus, puede reducirse utilizando la estimulación vibro-táctil mediada por ordenador en entornos naturales. Una intervención con una única pulsera o bien no produjo ningún efecto o bien produjo efectos específicos en las manos que rara vez produjeron niveles significativamente más bajos de contacto general con la cara. Una intervención con dos pulseras produjo un efecto mucho más claro a nivel visual en la mayoría de los individuos además de una reducción del nivel de contacto facial estadísticamente significativa, aunque con una considerable variabilidad entre los participantes. El efecto reductor global de la intervención con dos pulseras aumentó gradualmente con la presentación repetida de la intervención en días sucesivos. El hecho de que algunos participantes mostraran una reducción del contacto facial mientras que otros no lo hicieran de forma apreciable, sugiere que la intervención debería optimizarse más antes de realizar estudios a gran escala. Esto podría implicar la posible

³ Una alternativa más aceptable habría sido disponer de un flujo de datos generado por una máquina que permitiera una evaluación natural tanto de la sensibilidad como de la especificidad.

adición de componentes adicionales que generalmente han demostrado ser eficaces en la literatura sobre el tratamiento de hábitos y conductas repetitivas.

AGRADECIMIENTOS

Slightly Robot diseñó y proporcionó las pulseras experimentales, pero no participó de ningún otro modo en el diseño del estudio; la recopilación, el análisis y la interpretación de los datos; la redacción del informe; o la decisión de enviar el artículo para su publicación.

FINANCIACIÓN

Este proyecto se financió parcialmente mediante un contrato de investigación entre la Universidad de Auckland y ABA España (proyecto nº CON02739). Esta última institución prestó el equipo fotográfico.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

APROBADO ÉTICO

El protocolo del estudio fue aprobado por el comité ético de la Universidad Autónoma de Madrid (CEI 106-2062).

REFERENCIAS

- Alonso, W. J., Nascimento, F. C., Shapiro, J., & Schuck-Paim, C. (2013). Facing ubiquitous viruses: When hand washing is not enough. *Clinical Infectious Diseases*, 56(4), 617. <https://doi.org/10.1093/cid/cis961>
- Baltrusaitis, T., Zadeh, A., Lim, Y. C., & Morency, L. (2018). OpenFace 2.0: Facial behavior analysis toolkit. *13th IEEE International Conference on Automatic Face & Gesture Recognition*, 17824013, 59–66. <https://doi.org/10.1109/FG.2018.00019>.
- Bate, K. S., Malouff, J. M., & Thorsteinsson, E. T. (2011). The efficacy of habit reversal therapy for tics, habit disorders, and stuttering: A meta-analytic review. In *Database of Abstracts of Reviews of Effects (DARE): Quality-assessed reviews* [Internet]. Centre for Reviews and Dissemination. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK81987/>
- Beale, S., Johnson, A. M., Zambon, M., Flu Watch Group, Hayward, A. C., & Fragaszy, E. B. (2021). Hand hygiene practices and the risk of human coronavirus infections in a UK community cohort. *Wellcome Open Research*, 5, 98. <https://doi.org/10.12688/wellcomeopenres.15796.2>
- Becraft, J. L., Borrero, J. C., Sun, S., & McKenzie, A. A. (2020). A primer for using multilevel models to meta-analyze single case design data with AB phases. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 53(3), 1799–1821. <https://doi.org/10.1002/jaba.698>
- Boone, S. A., & Gerba, C. P. (2007). Significance of fomites in the spread of respiratory and enteric viral disease. *Applied and Environmental Microbiology*, 73(6), 1687–1696. <https://doi.org/10.1128/AEM.02051-06>
- Breines, J. G., McInnis, C. M., Kuras, Y. I., Thoma, M. V., Gianferante, D., Hanlin, L., Chen, X., & Rohleder, N. (2015). Self-compassionate young adults show lower salivary alpha-amylase responses to repeated psychosocial stress. *Self and Identity*, 14(4), 390–402. <https://doi.org/10.1080/15298868.2015.1005659>
- Centers for Disease Control and Prevention (2021a). *COVID-19: How to protect yourself and others*. <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/prevent-getting-sick/prevention.html>
- Centers for Disease Control and Prevention (2021b). *Science Brief: SARS-CoV-2 and surface (Fomite) transmission for indoor community requirements*. <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/more/science-and-research/surface-transmission.html>
- Centers for Disease Control and Prevention (2021c). *When and how to wash your hands*. <https://www.cdc.gov/handwashing/when-how-handwashing.html>
- Chen, Y., Qin, G., Chen, J., et al. (2020). Comparison of face-touching behaviors before and during the coronavirus disease 2019 pandemic. *Journal of the American Medical Association*, 3(7), e2016924. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2020.16924>
- Cipani, E., Brendlinger, J., McDowell, L., & Usher, S. (1991). Continuous vs. intermittent punishment: A case study. *Journal of Developmental and Physical Disabilities*, 3, 147–156. <https://doi.org/10.1007/BF01045930>
- Dimond, S., & Harris, R. (1984). Face-touching in monkeys, apes and man evolutionary origins and cerebral asymmetry. *Neuropsychologia*, 22(2), 227–233. [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(84\)90065-4](https://doi.org/10.1016/0028-3932(84)90065-4)
- Donaldson, J. M., & Vollmer, T. R. (2012). A procedure for thinning the schedule of time-out. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 45(3), 625–630. <https://doi.org/10.1901/jaba.2012.45-625>
- Dreisoerner, A., Junker, N. M., Schlotz, W., Heimrich, J., Bloemeke, S., Ditzen, B., & van Dick, R. (2021). Self-soothing touch and being hugged reduce cortisol responses to stress: A randomized controlled trial on stress, physical touch, and social identity. *Comprehensive Psychoneuroendocrinology*, 8, 100091. <https://doi.org/10.1016/j.cpnec.2021.100091>
- Field, T. (2010). Touch for socioemotional and physical well-being: A review. *Developmental Review*, 30(4), 367–383. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2011.01.001>
- Goh, H. L., Iwata, B. A., Shore, B. A., DeLeon, I. G., Lerman, D. C., Ulrich, S. M., & Smith, R. G. (1995). An analysis of the reinforcing properties of hand mouthing. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 28(3), 269–283. <https://doi.org/10.1901/jaba.1995.28-269>
- GraphPad Software (2021). *Prism GraphPad* (v. 9.0.1). [Computer software]. <https://www.graphpad.com/scientific-software/prism>
- Guzek, D., Skolmowska, D., & Głabska, D. (2020). Analysis of gender-dependent personal protective behaviors in a national sample: Polish adolescents' COVID-19 experience (PLACE-19) study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(16), 5770. <https://doi.org/10.3390/ijerph17165770>

- Heinicke, M. R., Stiede, J. T., Miltenberger, R. G., & Woods, D. W. (2020). Reducing risky behavior with habit reversal: A review of behavioral strategies to reduce habitual hand-to-head behavior. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 53(3), 1225–1236. <https://doi.org/10.1002/jaba.745>
- Immutouch. (2020, March 20). *Setting up your Immutouch Band* [Video]. YouTube. <https://youtu.be/EnFYViyYTIE>
- Kraay, A., Hayashi, M., Berendes, D. M., Sobolik, J. S., Leon, J. S., & Lopman, B. A. (2021). Risk for fomite-mediated transmission of SARS-CoV-2 in child daycares, schools, nursing homes, and offices. *Emerging Infectious Diseases*, 27(4), 1229–1231. <https://doi.org/10.3201/eid2704.203631>
- Krause, P. A., Kay, C. A., & Kawamoto, A. H. (2020). Automatic motion tracking of lips using digital video and OpenFace 2.0. *Laboratory Phonology*, 11(1), 1–16. <https://doi.org/10.5334/labphon.232>
- Kwok, Y. L., Gralton, J., & McLaws, M. L. (2015). Face-touching: A frequent habit that has implications for hand hygiene. *American Journal of Infection Control*, 43(2), 112–114. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2014.10.015>
- Lerman, D. C., Iwata, B. A., Shore, B. A., & DeLeon, I. G. (1997). Effects of intermittent punishment on self-injurious behavior: An evaluation of schedule thinning. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 30(2), 187–201. <https://doi.org/10.1901/jaba.1997.30-187>
- Liebst, L. S., Ejbye-Ernst, P., de Bruin, M., Thomas, J., & Lindegaard, M. R. (2022). Face-touching behaviour as a possible correlate of mask-wearing: A video observational study of public place incidents during the COVID-19 pandemic. *Transboundary and Emerging Diseases*, 69(3), 1319–1325. <https://doi.org/10.1111/tbed.14094>
- Lucas, T. L., Mustain, R., & Goldsby, R. E. (2020). Frequency of face-touching with and without a mask in pediatric hematology/oncology health care professionals. *Pediatric Blood & Cancer*, 67(9), e28593. <https://doi.org/10.1002/pcb.28593>
- Michelin, A. M., Korres, G., Ba'ara, S., Assadi, H., Alsuradi, H., Sayegh, R. R., Argyros, A., & Eid, M. (2021). FaceGuard: A wearable system to avoid face-touching. *Frontiers in Robotics and AI*, 8, 612392. <https://doi.org/10.3389/frobt.2021.612392>
- Miltenberger, R. G. (2016). *Behavior Modification: Principles and Procedures* (6th ed.). Cengage.
- Moeyaert, M., Ugille, M., Ferron, J., Beretvas, S., & Van den Noortgate, W. (2014). The influence of the design matrix on treatment effect estimates in the quantitative analyses of single-case experimental design research. *Behavior Modification*, 38(5), 665–704. <https://doi.org/10.1177/0145445514535243>
- Morgan, D. L., & Morgan, D. K. (2008). *Single-case research methods for the behavioral and health sciences*. Sage.
- Mueller, S. M., Martin, S., & Grunwald, M. (2019). Self-touch: Contact durations and point of touch of spontaneous facial self-touches differ depending on cognitive and emotional load. *PloS One*, 14(3), e0213677. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0213677>
- O'Donnell, J., Crosbie, J., Williams, D. C., & Saunders, K. J. (2000). Stimulus control and generalization of point-loss punishment with humans. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 73(3), 261–274. <https://doi.org/10.1901/jeab.2000.73-261>
- Reid, D. H., Parsons, M. B., Phillips, J. F., & Green, C. W. (1993). Reduction of self-injurious hand mouthing using response blocking. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 26(1), 139–140. <https://doi.org/10.1901/jaba.1993.26-139>
- Riddell, S., Goldie, S., Hill, A., Eagles, D., & Drew, T. W. (2020). The effect of temperature on persistence of SARS-CoV-2 on common surfaces. *Virology Journal*, 17(1), 145. <https://doi.org/10.1186/s12985-020-01418-7>
- Romanczyk, R. G. (1977). Intermittent punishment of self-stimulation: Effectiveness during application and extinction. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 45(1), 53–60. <https://doi.org/10.1037/0022-006x.45.1.53>
- SAS Institute Inc. (2021). *SAS/STAT® Software* [Computer software]. https://www.sas.com/en_ae/software/stat.html
- Seppelt, B. D., & Lee, J. D. (2019). Keeping the driver in the loop: Dynamic feedback to support appropriate use of imperfect vehicle control automation. *International Journal of Human-Computer Studies*, 125, 66–80. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2018.12.009>
- Spencer, S., Francis, I. C., & Coroneo, M. T. (2021). Spontaneous face- and eye-touching: Infection risk versus potential microbiome gain. *The Ocular Surface*, 21, 64–65. <https://doi.org/10.1016/j.jtos.2021.04.008>
- Stefaniak, A. A., Krajewski, P. K., Białyński-Birula, R., Nowicka, D., & Szepietowski, J. C. (2021). Is face and mask touching a real struggle during the COVID-19 pandemic? A prospective study among medical students. *Frontiers in Medicine*, 8, 663873. <https://doi.org/10.3389/fmed.2021.663873>
- Stiede, J. T., Woods, D. W., Idnani, A. K., Pritchard, J., Klobe, K., & Kumar, S. (2022). Pilot trial of a technology assisted treatment for trichotillomania. *Journal of Obsessive Compulsive and Related Disorders*, 33, 100726. <https://doi.org/10.1016/j.jocrd.2022.100726>
- Suarez, S. D., & Gallup, G. G. (1986). Face-touching in primates: A closer look. *Neuropsychologia*, 24(4), 597–600. [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(86\)90105-3](https://doi.org/10.1016/0028-3932(86)90105-3)
- Toles, J. (2020). *Immutouch* (version 1.15). [Mobile app]. <https://apps.apple.com/gb/app/immutouch/id1501929383>
- Toles, J., & Toles, M. (2021). *Immutouch Guard*. [Hardware]. <https://immutouch.com/guard>
- Trull, T. J., & Ebner-Priemer, U. (2014). The role of ambulatory assessment in psychological science. *Current Directions in Psychological Science*, 23(6), 466–470. <https://doi.org/10.1177/0963721414550706>
- Uhl, C. N. (1967). Persistence in punishment and extinction testing as a function of percentages of punishment and reward in training. *Psychonomic Science*, 8(5), 193–194. <https://doi.org/10.3758/BF03331615>
- Van Houten, R., & Rolider, A. (1988). Recreating the scene: An effective way to provide delayed punishment for inappropriate motor behavior. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 21(2), 187–192. <https://doi.org/10.1901/jaba.1988.21-187>
- Virues-Ortega, J., Clayton, K., Pérez-Bustamante, A., Gaerlan, B., & Fahmie, T. A. (2022). Functional analysis patterns of automatic reinforcement: A review and component analysis of treatment effects. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 55(2), 481–512. <https://doi.org/10.1002/jaba.900>
- Virues-Ortega, J., Moeyaert, M., Sivaraman, M., Tarifa-Rodríguez, & Fernandez Castilla, B. (2023). Quantifying

- outcomes in applied behavior analysis through visual and statistical analyses: a synthesis. In J. L. Matson, *Handbook of Applied Behavior Analysis* (pp. 515–537). SpringerNature. https://doi.org/10.1007/978-3-031-19964-6_28
- Wang, C. C., Prather, K. A., Sznitman, J., Jimenez, J. L., Lakdawala, S. S., Tufekci, Z., & Marr, L. C. (2021). Airborne transmission of respiratory viruses. *Science*, 373(6558), eabd9149. <https://doi.org/10.1126/science.abd9149>
- Wolf, M. (1978). Social validity: The case for subjective measurement or how applied behavior analysis is finding its heart. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 11(2), 203–214. <https://doi.org/10.1901/jaba.1978.11-203>
- World Health Organization (2021). *Coronavirus disease (COVID-19) advice for the public*. <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public>
- Ying, F., & O'Clery, N. (2021). Modelling COVID-19 transmission in supermarkets using an agent-based model. *PloS One*, 16(4), e0249821. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0249821>

INFORMACIÓN SUPLEMENTARIA

Puede obtener información adicional en internet. Ver sección de Información Suplementaria al final de este artículo.