Reversibilidad de la rigidez cadavérica mandibular en cadáveres humanos utilizando bicarbonato de sodio a diferentes temperaturas, Bogotá.

Reversibility of the mandibular *rigor mortis* in human dead body using sodium bicarbonate at different temperatures, Bogotá.

Autores

ERIKA JOHANNA USME BOTELLO
Odontóloga Colegio Odontológico Colombiano.
Estudiante segundo año Posgrado Odontología Legal y Forense, Pontificia Universidad Javeriana.

JENNY RAQUEL GARZÓN LAVERDE
Odontóloga Universidad Nacional de Colombia.
Estudiante segundo año Posgrado Odontología Legal y Forense, Pontificia Universidad Javeriana

ISABEL RIVEROS TOLEDO
Directora de Tesis. Toxicóloga Forense, Universidad Nacional de Colombia.

GLORIA CRISTINA MORENO ABELLO
Asesora Metodológica, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá D.C.

CORRESPONDENCIA
Erika Johanna Usme Botello
Calle 80 N. 73ª-21 Apto. 593
Teléfono: 4367821
erikausmeb@gmail.com

Jenny Raquel Garzón Laverde
Carrera 79 N. 10D -96
Teléfono: 4113073
jennyraquelgla@hotmail.com

Gloria Cristina Moreno
Carrera 7 N. 40-62 Facultad de Odontología
Teléfono: 3208320 ext. 2885
gcmoreno@javeriana.edu.co

AGRADECIMIENTOS
Se agradece al Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, Regional Bogotá.

Título abreviado
REVERSIBILIDAD DE LA RIGIDEZ CADAVÉRICA

RESUMEN

ANTECEDENTES:
la limitación en la apertura bucal en cadáveres humanos con rigidez cadavérica interfiere en los procesos de identificación humana.

OBJETIVO:
mejorar las condiciones de la apertura bucal inducida por el Bicarbonato de Sodio 0,01M a 12 y 37 °C en cadáveres humanos N.N. con rigidez cadavérica mandibular para facilitar los procesos de identificación *postmórtem*.

MATERIALES Y MÉTODOS:
se realizó un estudio experimental ex vivo. 40 cadáveres N.N. con rigidez cadavérica en fase de estado, que ingresaron a la Morgue del INMLCF, se dividieron aleatoriamente en 4 grupos de 10 sujetos, G1 agua a 12°C, G2 agua a 37°C, G3 bicarbonato de sodio 0,01M a 12°C y G4 bicarbonato de sodio 0,01M a 37°C. Se midió la apertura bucal inicial y cada 15 minutos desde la inoculación hasta completar 3 horas. Se inocularon extraoralmente 5 cc de la solución en los músculos temporal y masetero de forma bilateral y simultánea.

RESULTADOS:
el G4 alcanzó una apertura de 31,5±7,8mm a los 60 minutos y en G3 se logró una apertura de 30,6±5,4 mm a los 180 minutos, encontrando diferencias significativas entre los 4 grupos $p<0.05$.

CONCLUSIONES:
revertir la rigidez cadavérica mandibular por medio de la inoculación de bicarbonato de sodio al 0,01M a 37°C en los músculos de la masticación, se convierte en un método rápido, económico y de fácil manejo para lograr aperturas bucales útiles con el fin de realizar la carta dental.

Palabras claves: *rigidez cadavérica, bicarbonato de sodio, temperatura, ácido láctico, contracción muscular, autopsia oral, identificación humana*

ABSTRACT

BACKGROUND:
The limitation in mouth opening in human cadavers with rigor mortis interferes with the process of human identification.

OBJECTIVE:
Improve mouth opening conditions induced by sodium bicarbonate 0.01M at 12°C and 37°C in human NN dead body with mandibular *rigor mortis* to facilitate the process of postmortem identification.

MATERIALS AND METHODS:
An experimental study ex–alive was made. 40 human dead body NN with rigor mortis in phase state, which entered to the Morgue of Legal Medicine National Institute and Forensic Sciences, were divided randomly into 4 groups of 10 subjects, G1 water at 12°C, G2 Water at 37°C, G3 sodium bicarbonate 0.01M 12°C and G4 sodium bicarbonate 0.01M at 37°C. Initial mouth opening was measured, after this, every 15 minutes from the inoculation until to complete 3 hours. 5 cc of the aforementioned solution was inoculated extraorally into the temporal and masseter muscles bilaterally and simultaneously.

RESULTS:
The G4 had an opening of 31.5 ± 7.8mm, 60 minutes after inoculation and G3 had an opening of 30.6 ± 5.4mm, 180 minutes after inoculation, finding significant differences among the 4 groups, with a p value < 0.05.

CONCLUSIONS:
The process of reversing the mandibular rigor mortis through the inoculation of 0.01M sodium bicarbonate at 37°C into the muscles of mastication, becomes a rapid, cheap and easy method to achieve useful mouth opening, amid to make dental examination postmortem.

Key words:
Rigor Mortis, Sodium Bicarbonate, Temperature, Lactic Acid, Muscle Contraction, Autopsy Oral, Human Identification

INTRODUCCIÓN

Dentro de las funciones del odontólogo forense se encuentra la identificación de individuos por medio del examen intraoral (carta dental), basándose en las características dentales, tejidos blandos, muestras de secreciones, etc. encontrados en el cadáver[1]. Con la información aportada en el examen intraoral y con datos *antemórtem* se logra realizar un cotejo que ayudará a determinar una identificación fehaciente[2].

La realización de dicho examen se ve interferida por la instauración en el cadáver de cambios *postmórtem,* definidos como fenómenos cadavéricos, específicamente por la rigidez cadavérica (*Rigor Mortis*)[3]. Esta se define como el aumento de la rigidez muscular producida por la depleción del ATP (Adenosin Trifosfato)[4].

La iniciación de los procesos metabólicos en el músculo luego de la muerte hace que estos sufran una alteración presentada por la falta de circulación y respiración impidiendo la obtención de energía. Como resultado, el glucógeno (principal fuente de energía del músculo) se convierte en acido láctico por la glicólisis anaeróbica después de la muerte[5].

La obtención de los datos de la carta dental por medio del examen intraoral necesita de la apertura de la cavidad bucal. Se han descrito diferentes métodos para lograrla como incisiones en las mejillas y músculos, ruptura del ligamento capsular de las articulaciones temporo-mandibulares y resección de los maxilares, entre otras. Estas técnicas son efectivas, sin embargo, causan daño permanente a las estructuras faciales. Además se ha estudiado el efecto de la inoculación de sustancias químicas que permiten la apertura bucal sin producir alteraciones en la fisionomía facial del cadáver[6].

La investigación científica debe ofrecer soluciones prácticas y de fácil aplicación a las situaciones y características locales de cada región, razón por la cual la búsqueda de un método adecuado que mejore los tiempos y las técnicas en la identificación de cadáveres bajo las condiciones nacionales, es un tema de primer orden en las ciencias forenses.

Investigaciones sobre la reversibilidad de la rigidez cadavérica usando métodos químicos muestran que en ratas Wistar, esta se puede revertir mediante el uso de sustancias que producen relajación como el bicarbonato de sodio, el carbonato de sodio y con menor efecto el EDTA y la papaína[7]. Fernández y colaboradores probaron que la inoculación de bicarbonato de sodio 0,01M a 12°C permitió una apertura bucal en promedio de 30,9 ± 5,5 mm a las 3 horas, comparada con el grupo control que logró una apertura bucal de 0,5 ± 0,7 mm[8].

Se ha demostrado que con componentes químicos electrolíticos como el bicarbonato de sodio a 37°C se neutraliza el pH en procesos de acidosis metabólica muscular[9].

Las bondades de encontrar una disminución en el tiempo de apertura bucal óptima para realizar el correcto examen intraoral en el cadáver incluyen obtención eficiente y eficaz de los resultados de la autopsia oral, permitiendo así la rápida evacuación de cadáveres de la morgue y la entrega de los mismos a los dolientes. Aportar datos claros y oportunos con el fin de esclarecer las circunstancias relacionadas con el deceso, para dar elementos de juicio a las personas encargadas de la investigación judicial y agilizar el proceso penal correspondiente al caso; son algunas de las razones para la prontitud en la evacuación del cadáver.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación realizada corresponde a un estudio experimental ex vivo. Antes de iniciar las labores experimentales fue necesario realizar trámites correspondientes a los permisos y autorizaciones correspondientes tanto en el Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses como en la Pontificia Universidad Javeriana.

La muestra estuvo conformada por 40 cadáveres N.N. que se dividieron aleatoriamente en 4 grupos de 10 sujetos, G1 agua a 12°C, G2 agua a 37°C, G3 bicarbonato de sodio 0,01 M a 12°C y G4 bicarbonato de sodio 0,01 M a 37°C, 10 papeles marcados con agua a 12 °C, 10 con agua a 37°C, 10 con bicarbonato

de sodio a 12 °C y 10 con bicarbonato de sodio a 37°C, el poder de la muestra fue de 0,95. Los criterios de inclusión fueron cadáveres humanos N.N. que ingresaron a la Morgue del Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencia Forenses, Regional Bogotá, con edades clínicas aparentes entre 18 y 75 años de edad, con un tiempo estimado de muerte entre 12 y 24 horas, de tal forma que se garantizara que durante el experimento la rigidez se mantuviera en fase de estado. Los criterios de exclusión tenidos en cuenta fueron cadáveres humanos cuya causa de muerte hubiera sido determinada por electrofulguración, electrocución, intoxicación por sustancias químicas que produzcan en el organismo trastornos a nivel muscular y patologías que afecten este sistema. También se excluyeron cadáveres que mostraron evidencia de incineración, descomposición, laceraciones faciales a nivel de los músculos de la masticación y lesiones craneales que involucraban las inserciones de los músculos de la masticación y cadáveres que hubieran sido manipulados previamente por los disectores.

Los datos del pH muscular (pH 6) y de la concentración del bicarbonato de sodio (0,01M) se tomaron del estudio de Fernández y colaboradores[8].

La medición de apertura bucal inicial previa a la inoculación, fue tomada desde el borde incisal de los incisivos centrales superiores hasta el borde incisal de los incisivos centrales inferiores, de no estar presentes estos se tomó la medida desde el reborde alveolar superior al inferior con un dentímetro metálico.

Se inoculó la solución en los músculos temporal y masetero de forma bilateral y al mismo tiempo por medio de dos operadores. La inoculación fue extra oral, 5 cc de la sustancia asignada en cada uno de los músculos, por medio de una inyección intramuscular, en 4 puntos periféricos y uno central en cada músculo con una aguja 22x, jeringa de 5 cc. Marca Rymco.

Para controlar la temperatura de los 37°C se diseñó un dispositivo con un contenedor de líquido, un pirómetro y una termocupla que permitieron mantener la sustancia en la temperatura requerida.

Se controló y midió la apertura bucal cada 15 minutos a partir del momento de la inoculación hasta completar 3 horas. La apertura fue realizada con un abrebocas tipo Molt por un mismo operador en los 40 casos. Los datos se reportan en milímetros. Para efectos del análisis estadístico se elaboró una base de datos y se utilizó el paquete estadístico S.P.S.S® versión 1.0 para Windows®.

Se realizó el análisis de la información usando inicialmente la estadística descriptiva y empleando para ello los cálculos de valores como el promedio y la desviación estándar. Además, se estimaron los rangos (máximo y mínimo). Se usaron las pruebas de Kruskall–Wallis y como *post hoc* la U de Mann Whitney. Además para dar una mejor aceptación de los resultados se utilizó la prueba de Jonckheere-Terpstra. En la presente investigación se admitió un error del 5%.

Para efectos del control del sesgo y expectativas de los investigadores, el procesamiento estadístico fue desarrollado por un profesional independiente al grupo de investigación.

RESULTADOS

Caracterización de la muestra

La edad promedio fue de 46,3 ± 17,7 años, donde el mínimo fue de 20 y el máximo de 75 años. El rango de edades de los cuerpos considerados en el estudio fue de los 20 a los 75 años de edad. La variable sexo se presentó balanceada en todos los grupos así: 7 hombres y 3 mujeres para cada grupo. En cuanto al peso el valor promedio fue de 65,2 +/- 10,3 Kg. La mayoría de los cuerpos estudiados estuvieron entre 50 y 80 kilos. El tiempo de muerte promedio fue de 1.090,7 +/- 202,62 minutos que corresponde a 18,1 +/- 3,37 horas, lo que demuestra que todas la pruebas fueron realizadas en un tiempo comprendido entre 12 y 24 horas luego de la muerte, tiempo en el cual la rigidez cadavérica se encuentra en fase de estado.

La apertura inicial promedio de la muestra fue de 6,5 ±.6,3 mm. La apertura inicial fue 0 en más de la mitad de los cuerpos.

La asignación de los cuerpos estudiados a los grupos fue homogénea con respecto a la edad, sexo, tiempo de muerte, peso y apertura inicial. P>0.05

Análisis descriptivo por grupos

En el grupo correspondiente a agua a 12°C (G1), la apertura inicial en promedio fue de 4,9± 2,3 mm y la final medida a los 180 minutos fue en promedio de 7,2±2,6 mm

Para el grupo de agua a 37°C (G2), los resultados encontrados fueron: la apertura bucal inicial fue en promedio de 6,7±5,2 mm y la apertura final fue promediada en 21,3±5,9 mm.

Para los dos grupos correspondientes a agua a 12°C y 37°C en ningún momento de la observación se encontró apertura bucal útil. (Ver Tabla 1).

Tabla 1. Estadística descriptiva de los grupos de agua a 12°C y 37°C

	Agua 12°C					Agua 37°C				
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
T. Muerte	10	755	1380	1.105,5	208,63911	10	830	1.380	1.132,3	190,36109
Peso	10	45	80	64,1	11,03983	10	52	85	66,7	9,98944
Edad	10	23	72	46,6	17,53853	10	22	70	45,5	17,98302
AP. Inicial	10	1	8	4,9	2,33095	10	1	19	6,7	5,2079
15 min	10	2	8	5,4	2,36643	10	9	27	14,7	5,51866
30 min	10	2	8	5,5	2,22361	10	13	29	18,5	5,81664
45 min	10	2	8	5,6	2,22111	10	14	29	19,1	5,85852
60 min	10	2	8	5,8	2,20101	10	14	29	19,4	5,62139
75 min	10	2	8	5,9	2,28279	10	14	30	19,5	5,81664
90 min	10	2	9	6	2,4037	10	14	30	19,7	5,85093
105 min	10	2	9	6,2	2,57337	10	14	30	19,7	5,85093
120 min	10	2	9	6,2	2,57337	10	15	31	20	5,86894
135 min	10	2	9	6,4	2,54733	10	15	31	20,1	5,80134
150 min	10	2	11	6,6	2,83627	10	15	31	20,1	5,80134
165 min	10	2	11	6,6	2,83627	10	15	31	20,2	5,80804
180 min	8	4	11	7,25	2,60494	8	15	31	21,375	5,95069

En el grupo bicarbonato de sodio a 12°C (G3) la apertura inicial promedio fue de 7,5±8,2 mm y la apertura final a los 180 minutos fue 30,6±5,4 mm en promedio, siendo ésta la apertura útil en el grupo.

El grupo bicarbonato de sodio a 37°C (G4) dejó ver una apertura inicial promedio de 7,2±8,2 mm, útil a los 60 minutos luego de la inoculación promediada en 31,5±7,8 mm y apertura final a los 180 minutos de 52,3±9,1 mm en promedio. (Ver Tabla 2).

Por la manipulación inherente a los protocolos de manejo en la sala de necropsias en el momento de la toma de la muestra no se logró valorar la apertura bucal en 4 casos de los grupos inoculados con agua a los 180 minutos, en un caso del grupo con bicarbonato de sodio a 37°C a los 180 minutos y en un caso del grupo bicarbonato de sodio a 12°C en las mediciones de 135, 150, 165 y 180 minutos.

Luego de terminada la prueba se verificó en cada cadáver que no se hubiera producido ninguna alteración estética facial.

Análisis comparativo

Para verificar si existía una diferencia significativa en las comparaciones de la apertura bucal entre los grupos dependiendo del tiempo de observación en cadáveres humanos con rigidez cadavérica mandibular, se realizaron pruebas estadísticas no paramétricas. Se encontró que sí existe una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos $p<0.009$. Estos resultados se ratificaron además con la prueba de Jonckheere Terpstra.

Para probar si existía diferencia en la apertura bucal lograda con el bicarbonato de sodio al 0,01 M en diferentes temperaturas se realizó la prueba de Kruskall Wallis, en donde se observa que la hipótesis nula de igualdad entre el bicarbonato de sodio al 0,01 M a 12°C y 37°C se rechaza significativamente y es mayor la diferencia a medida que el tiempo transcurre. Se encuentra diferencia estadísticamente significativa entre el bicarbonato a las diferentes temperaturas p.0.000.

Para verificar si hay diferencias significativas en la apertura bucal lograda por el bicarbonato de sodio al 0,01 M a 12°C y 37°C, dependiendo del tiempo de observación, se realizó la Prueba de U de Mann Whitney, en donde se observan diferencias significativas entre los 2 grupos en el tiempo de observación, mientras que al hacer las comparaciones entre los grupos correspondientes al agua a 12°C y agua a 37°C, por medio

Tabla 2. Estadísticos Descriptivos de los Grupos Bicarbonato de Sodio 0,01 a 12°C y 37°C

	Bicarbonato de Sodio 12°C					Bicarbonato de Sodio 37°C				
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
T. Muerte	10	740	1.360	1.060	224,40044	10	765	1320	1.065,3	209,4989
Peso	10	50	95	66,2	12,82186	10	50	75	64	8,48528
Edad	10	20	75	44,8	19,35516	10	25	74	48,5	18,58464
AP. Inicial	10	1	28*	7,5	8,2226	10	1	29*	7,2	8,24352
15 min	10	3	29	9,8	8,27043	10	10	40	19	8,23273
30 min	10	4	29	11,3	7,64562	10	17	44	26,2	7,81452
45 min	10	4	31	13,8	7,92745	10	19	47	28,8	7,95543
60 min	10	6	33	15,8	8,17585	10	21	49	31,5	7,84927
75 min	10	8	38	18,4	8,84685	10	22	53	33,5	8,50163
90 min	10	12	43	21,1	9,59687	10	25	58	35,4	9,15545
105 min	10	15	43	22,9	8,82484	10	27	58	36,6	8,83428
120 min	10	17	43	24,2	8,16224	10	28	59	38	8,7178
135 min	9	17	34	24,2222	5,06897	10	29	59	38,6	8,6564
150 min	9	20	34	26	5,02494	10	32	60	39,9	8,71079
165 min	9	24	39	28,4444	4,95255	10	32	60	40,3	8,74389
180 min	9	25	43	30,6667	5,40833	9	32	60	41,2222	9,14847

*Los valores máximos de 28 y 29 mm corresponden a personas edentulas en el sector anterior, pero que mantienen la dimensión vertical a expensas de los caninos.

de ésta misma prueba no se encontraron diferencias significativas entre los dos grupos $p<0.151$.

DISCUSIÓN

En el estudio realizado en ratas Wistar (Aparicio y Colaboradores, 2005)[7] se concluyó que la rigidez cadavérica se puede revertir mediante el uso de sustancias que producen relajación como el bicarbonato de sodio, el carbonato de sodio y con menor efecto el EDTA y la papaína, los resultados de este estudio indicaron que la solución de bicarbonato de sodio uM acelera la reversibilidad de la rigidez cadavérica en un 108%.

La investigación realizada por Fernández y colaboradores, 2006,[8] usó el bicarbonato de sodio como método químico apropiado para lograr una apertura bucal en cadáveres humanos, adecuada a las necesidades del examen intraoral, concluyendo que luego de inocular bicarbonato de sodio al 0,01M en los músculos de la masticación de cadáveres con rigidez cadavérica en fase de estado, se logró una apertura bucal útil de 30 mm aproximadamente a las 3 horas luego de la inoculación, además de que existieron diferencias estadísticamente significativas entre los promedios de las aperturas bucales iniciales y finales en el grupo de bicarbonato de sodio 0,01 M y que no hubo diferencia significativa en las aperturas para el grupo de agua.

El presente estudio mostró resultados similares al estudio de Fernández, se encontró una apertura bucal útil de 30,6 mm en el grupo de bicarbonato de sodio a 12°C a las 3 horas luego de la inoculación, mientras que en el grupo al que se le inoculó agua a 12°C obtuvo una apertura final a los 180 minutos de 7,2 mm, diferencia no significativa.

Luego de la muerte ocurren numerosos cambios físico-químicos que al final llegarán a la disolución de los tejidos blandos, entre ellos la rigidez cadavérica, que es precisamente la que no facilita la apertura bucal y por ende la realización de la carta dental.

La rigidez cadavérica es un proceso lento de contractura muscular que comienza a ser evidente a las 3 horas de la muerte. Se inicia en los músculos de la cara, luego cuello, tórax, miembros superiores y finalmente abdomen y miembros inferiores.

La rigidez cadavérica suele ser completa en un periodo de 8 a 12 horas y alcanza su máxima intensidad a las 24 horas. Generalmente empieza su desaparición a las 36 ó 48 horas, respetando el mismo orden en el que se propagó.

En el presente estudio se incluyeron cuerpos con un tiempo de muerte promedio de 18,1 +/- 3,37 horas, lo que significó que todos los cadáveres analizados se encontraron en rigidez cadavérica en su máxima intensidad. El tiempo de muerte estimado para cada cadáver fue aportado por los datos estipulados en el acta de inspección a cadáver y por la valoración de los fenómenos cadavéricos hecha por el patólogo encargado del caso.

La rigidez está acompañada de cambios de reacción del tejido muscular que se hace ácido, aumentando la acidez paralelamente con la intensificación de la rigidez y haciéndose alcalino al desaparecer esta. La acidificación inicialmente fue atribuída a la formación *postmórtem* del ácido láctico en el músculo, investigaciones actuales afirman que la acidificación tiene origen en la destrucción del ácido ATP que pasa a ácido ADP, liberándose una molécula de ácido fosfórico. Así se vuelve a una interpretación vital de la rigidez, según la cual el mecanismo bioquímico es igual al de la contracción muscular que tiene lugar en vida.

Luego de la muerte persiste una actividad bioquímica enzimática que permite la restauración de estas cargas eléctricas, con lo que el músculo se encuentra flácido. Una vez agotado el glucógeno muscular, con lo que falta energía para sintetizar al ATP, la molécula de miosina pasa al estado de supercontracción, instaurándose el estado de rigidez cadavérica, el cual persistirá hasta que sea destruida por procesos autolíticos.

En el estudio de Fernández y col. 2006 se concluyó que el pH muscular del cadáver desciende hasta 6.0, entonces al adicionar bicarbonato de sodio al músculo ácido se pretende crear un efecto *buffer* o neutralizar la reacción química que se presenta, para encontrar luego un pH fisiológico. También el bicarbonato produce una hidrólisis protéica que libera el sitio de unión entre la actina y la miosina, consiguiendo así la relajación muscular.

Partiendo de los avances logrados en el estudio *Reversibilidad de la rigidez cadavérica mandibular por medio de bicarbonato de sodio en humanos* (Hernández, Fernández y Tovar, 2006) se plantea la necesidad de disminuir el tiempo de la reversibilidad de la rigidez empleando sustancias químicas a diferentes temperaturas.

Esto con el propósito de agilizar el proceso de identificación del cadáver por medio del examen intraoral y posibilitar la recolección de evidencias trazas que podrían encontrarse en tejidos orales, que permitan establecer las condiciones y circunstancias en que se desarrolló el deceso.

Este estudio buscó comparar la efectividad del bicarbonato de sodio a 0,01 M como método químico para revertir la rigidez cadavérica mandibular a dos temperaturas diferentes, de 12°C y de 37°C, ya que esta última es la temperatura corporal a la que se suceden todas las funciones fisiológicas humanas. La temperatura de la sustancia inoculada no debe sobrepasar un cierto umbral, normalmente 45-50°C, puesto que los tejidos pueden dañarse e incluso sufrir quemaduras, además los estudios reportados para manejo de sustancias químicas y especialmente el bicarbonato de sodio apuntan a que la temperatura ideal para el manejo de la acidosis es de 37°C.

Esta investigación valoró los cambios en el tiempo de la apertura bucal aumentando la temperatura de la solución de inoculación. Esto con el fin de generar un movimiento molecular que según la teoría del calor y la ecuación de Arrhenius, en las reacciones químicas se presenta un mejor y ágil proceso por el aumento de los electrones. Entonces, el aumento de la temperatura a 37°C del bicarbonato de sodio permitió una disminución en el tiempo de la apertura bucal útil, encontrándola a los 60

minutos con una medida de 31,5 mm en promedio, demostrando así que el aumento en la temperatura acelera el proceso de reversibilidad de la rigidez cadavérica y, en este sentido, lograr un proceso de identificación humana mucho más eficaz. En el grupo de agua a 37°C se evidenció claramente un aumento de la apertura bucal en los primeros 45 minutos (19,1 mm). Esto debido al aumento de la temperatura, ya que al compararla con el grupo de agua a 12°C al mismo tiempo, esta solo alcanzaba una apertura bucal promedio de 5,6 mm. Sin embargo, luego de los 45 minutos la apertura bucal del agua a 37°C no aumento progresivamente y tan solo alcanzó una medida de 21,3 mm, la cual no es útil a los 180 minutos.

El estudio es oportuno y pertinente en su aplicabilidad ya que los materiales, métodos y técnicas empleados son de fácil consecución y manejo, y de costos asequibles para la institución y para los profesionales encargados del proceso de identificación.

CONCLUSIÓN

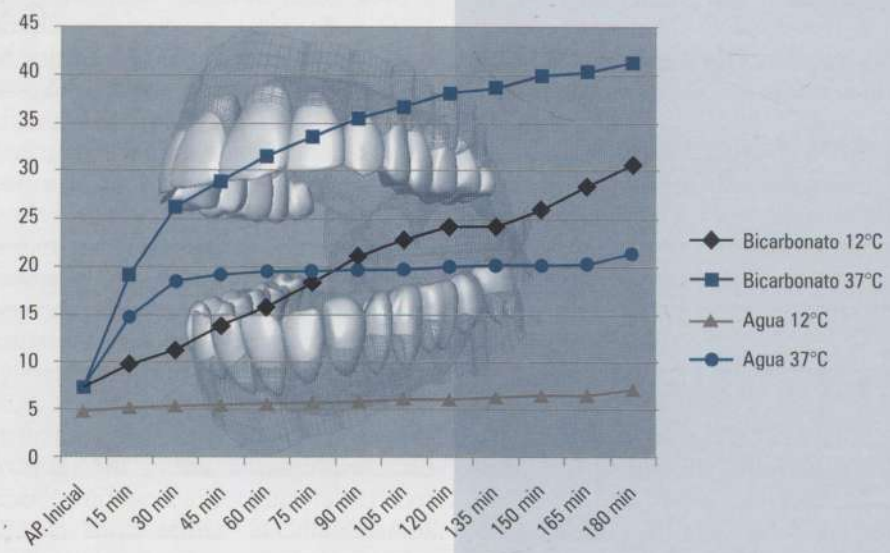
Revertir la rigidez cadavérica mandibular por medio de la inoculación de bicarbonato de sodio al 0.01 M a 37°C en los músculos de la masticación se convierte en un método rápido, económico y de fácil manejo para lograr aperturas bucales útiles con el fin de realizar la carta dental.

RECOMENDACIONES

Reproducir este estudio tomando como variables diferentes condiciones ambientales (diferentes climas).

Proponer este método para ser usado dentro de los protocolos de manejo de carta dental en sala de necropsias en el Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses.

Gráfico 1. Comparación de las apertura logradas con los grupos bicarbonato y agua a 12°C y 37°C.



Existen diferencias estadísticamente significativas $p<0.05$

BIBLIOGRAFÍA

1. República de Colombia. Ley 38 de 1993. Artículo cuarto.
2. Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. *Guía práctica para el Dictamen Odontológico Forense.* Bogotá. Noviembre de 2004.
3. Nakayama Y., Aoki Y., Niitsu H., Saigusa K. Forced oral opening for cadavers with rigor mortis: two approaches for the myotomy on the temporal muscles. *Forensic Science International 118* (2001) 37-42.
4. Calabuig, Gisgert Juan Antonio; *Medicina Legal y Toxicología.* Salvat Editores S.A., Cuarta Edición. España, 1991. pág. 150
5. Dimaio, Vincent, Dimaio Dominic. *Forensic Pathology.* 2da. Edición. CRC press. USA, 2001. Pág. 28-29
6. Moya, V., *Odontología legal y forense,* Primera edición. Editorial. Masson S.A. Barcelona 1994.
7. Aparicio, D. Enríquez, L. *Reversibilidad de la rigidez cadavérica mandibular por medios químicos.* Tesis de grado facultad de odontología Pontificia Universidad Javeriana. 2005
8. Fernández, J. Hernández, P. Tovar, M., *Reversibilidad de la rigidez cadavérica mandibular por medio del bicarbonato de sodio en humanos.* Tesis de grado facultad de odontología Pontificia Universidad Javeriana. 2006
9. Jacques Levraut, MD; Carine Giunti, MD; Jean-Pierre Ciebiera, MD; Georges de Sousa, PhD; Roger Ramhani, PhD; Patrick Payan, PhD; Dominique Grimaud, MD. Initial effect of sodium bicarbonate on intracellular pH depends on the extracellular nonbicarbonate buffering capacity, *Crit Care Med 2001.*Vol. 29, No.5