



“SÍNDROME DEL ARNÉS”, TRAUMA DE LA SUSPENSIÓN

M. Avellanas Chavala *, D. Dulanto Zabala **, ***

*** Servicio de Medicina Intensiva. Hospital San Jorge. Huesca**

**** Servicio de Anestesiología y Reanimación. Hospital de Basurto. Bilbao**

***** SEMAC (Sociedad Española de Medicina y Auxilio en Cavidades)**

**FOTOS: Iván Torres, Aurelio Sánchez y Gerardo Torres
Centro Excursionista del Sur-Escarpe (La Línea – Cádiz)**

INTRODUCCIÓN

En la actualidad se ha generalizado el uso del arnés en actividades como son la escalada, la espeleología o el barranquismo. La utilización del arnés no está exclusivamente limitado a la práctica deportiva, puesto que también se utiliza como sistema de seguridad en el mundo laboral para realizar trabajos expuestos como son los trabajos en la construcción, poda de árboles, torres de tendido eléctrico y en general los trabajos que se realizan en zonas elevadas en las que hay riesgo de caída. Aunque el uso se va generalizando, desgraciadamente, todavía una de las causas principales de fallecimientos en el mundo laboral, son los accidentes por precipitación desde lugares elevados. Los motivos hay que buscarlos en trabajadores provistos de material inadecuado, mal utilizado o aún peor, inexistente.

También el reciente desarrollo y creación de empresas para trabajos relacionados con la verticalidad (empresas de trabajos verticales) y la popularización de los deportes de aventura, han aumentado el uso del arnés como método de protección.

La caída de una persona sujeta por un arnés y su detención posterior puede no ser la parte más peligrosa del accidente. Después de la caída, si los sistemas de anclaje y el arnés han “aguantado”, viene la fase de suspensión. Esta, puede ser potencialmente muy peligrosa, especialmente si a consecuencia de ella la víctima queda inconsciente o sin posibilidad de moverse, por el motivo que sea.

A principios de los años 1980, la publicación de fallecimientos en individuos aparentemente sanos, principalmente relacionados con la espeleología y que fueron hallados muertos suspendidos de sus arneses sin aparente traumatismo, intrigó a varios investigadores. Inicialmente éstas muertes se atribuyeron al síndrome “fatiga-hipotermia”; pero el hallazgo de ciertas publicaciones de medicina laboral, relacionadas con los sistemas de protección de caídas y la posterior realización de ensayos clínicos específicos, modificaron las primeras conclusiones.



Los trabajos experimentales realizados con voluntarios sanos demostraron la gravedad de la suspensión inerte con arnés y se definió al conjunto de síntomas que padecían los voluntarios como “Síndrome del Arnés”.

El desarrollo de este síndrome puede llegar a constituir un riesgo vital para aquellos deportistas o trabajadores, que tras una caída quedan suspendidos por un arnés, inconscientes o con imposibilidad de moverse y no son rescatados rápidamente.

El objetivo de éste artículo es alertar a los profesionales que desarrollan su labor en la medicina de urgencias, medicina laboral, medicina del deporte y en general a todos los profesionales interesados en estos temas, de la gravedad de éste síndrome; así como, con los datos actuales, aconsejar el tratamiento más adecuado para la víctima durante el rescate y antes de su traslado definitivo a un centro hospitalario.

REVISIÓN HISTÓRICA

La fisiopatología de las alteraciones que una persona puede presentar cuando permanece inmóvil en posición vertical es conocida como “síndrome ortostático”. Sin embargo, las modificaciones que pueden producirse cuando una persona ha sufrido una caída estando protegido por un arnés y que tras ella, queda suspendido e inerte, no han estado suficientemente documentadas hasta fechas recientes.

En 1999 en Australia, los síntomas que presentó un participante durante una práctica de rescate, motivaron que varios autores difundieran la noticia por Internet (E-mail) para que otros investigadores diesen su parecer

Durante este simulacro, un participante que permanecía inmóvil y con todo el peso corporal suspendido por un arnés comenzó a sentirse aturdido por el dolor; posteriormente se agravaron los síntomas, presentando náuseas, disminución del nivel de conciencia, etc..

El conocimiento de éste incidente por la Health and Safety Executive (HSE) motivó una revisión del tema para dilucidar, las causas por las cuales un accidentado suspendido de un arnés en posición inmóvil puede llegar a morir si permanece cierto tiempo en esa posición.

En principio, el trabajo estaba orientado simplemente a la revisión de publicaciones sobre el tema en el ámbito laboral. Sin embargo, el trabajo se amplió a otros campos al conocerse que algunas de las referencias más importantes del tema, procedían de documentación de accidentes ocurridos durante la práctica de deportes como el montañismo, la escalada y la espeleología.

PRIMERA REFERENCIA HISTÓRICA

Las primeras referencias de las alteraciones fisiopatológicas por suspensión del arnés datan de 1968. Baumann, en el Harry G. Armstrong Aerospace Research Laboratory, Ohio (USA), realizó pruebas con cinco voluntarios suspendidos de un arnés. Esta primera experiencia está recopilada por Orzech et al. en un artículo publicado en 1987.

La experiencia de suspensión se hizo con cinco voluntarios. Cuatro de los voluntarios que se sometieron a las pruebas, toleraron una suspensión estática durante 30 minutos con molestias poco importantes. Tres, sintieron malestar y sensación de entumecimiento en los pies y en las piernas. En este grupo, los síntomas disminuyeron al modificar la posición de las correas que sujetaban la zona de los glúteos y las piernas. Un voluntario, presentó pérdida de conciencia a los 27 minutos después del comienzo de la prueba; y aunque fue rápidamente descendido y reanimado, la recuperación total de la conciencia tardó cerca de 5 minutos. En esta experiencia, la pérdida de conciencia del voluntario fue atribuida al éxtasis venoso causado por la posición del cuerpo durante la suspensión y a una dieta inadecuada antes de la prueba.

SECOND INTERNATIONAL CONFERENCE OF MOUNTAIN RESCUE DOCTORS (AUSTRIA)

El segundo Congreso Internacional de Médicos de Rescate en Montaña, celebrado en Austria en el año 1972, se centró fundamentalmente sobre las “caídas con cuerdas” y traumatismos craneoencefálicos de los accidentados en los Alpes Austríacos entre los años 1955 y 1972.

Es importante aclarar que el arnés en la escalada no comenzó a utilizarse de forma habitual hasta principios de los años 70. Los sistemas de aseguramiento hasta entonces, se hacían con la cuerda atada directamente a nivel del pecho.

En este congreso Scharfetter cita parálisis braquiales en escaladores que habían sufrido caídas. Atribuye la causa de la parálisis a la presión de la cuerda sobre el plexo braquial. Describe asimismo que algunos de los accidentados permanecían inmóviles durante cierto tiempo antes de ser rescatados, al no poderse valer de sus brazos a consecuencia de la parálisis.

En este mismo congreso, Flora y Hölz comunican la muerte de 10 escaladores tras permanecer suspendidos con una cuerda después de una caída. Los mismos autores no pudieron encontrar lesiones que justificaran el trágico desenlace. En su comunicación describen, que dos escaladores fallecieron antes de ser rescatados, aunque se desconocía el tiempo que permanecieron suspendidos antes de fallecer; los ocho restantes fueron rescatados vivos, pero fallecieron posteriormente.

Habían permanecido suspendidos entre 30 minutos y 8 horas y el fallecimiento tardío se produjo entre 30 minutos y 11 días después del rescate.

Los estudios anatómo-patológicos de los fallecidos presentados por Patscheider en este mismo congreso, describen lesiones hepáticas y cardíacas compatibles con sufrimiento hipóxico. El mismo autor descarta como causa de las lesiones hipóxicas, la asfixia por presión de la cuerda sobre la caja torácica, ya que los escaladores rescatados con vida podían hablar en voz alta antes de ser rescatados. También descarta como causa de las muertes, el “mal agudo de montaña” que puede aparecer como disminución de la presión atmosférica por la altitud. Tampoco encuentra lesiones tromboembólicas como causantes de los fallecimientos. Concluye en su trabajo, que el sufrimiento hipóxico de los accidentados suspendidos de la cuerda, fue consecutivo a un “desorden” circulatorio general debido a una reducción importante de la cantidad de sangre circulante. Esta hipótesis la incluye en el concepto de shock, concretamente con el shock ortostático.

El “acumulo” de sangre en las partes inferiores del cuerpo, en una persona suspendida en posición inerte, puede llegar hasta el 60% por la reducción de los mecanismos compensadores de “vis a tergo” y “vis a fronte”. El shock consecutivo produciría una hipotensión arterial con reducción del gasto cardíaco y consecuentemente reducción del flujo sanguíneo a otros órganos. La liberación de catecolaminas en las primeras fases de la suspensión, intensificada por el miedo y la ansiedad, podría retrasar el inicio del shock.

La conclusión final del trabajo de Patscheider era que el shock ortostático prolongado había conducido a una evolución fatal. No aclara sin embargo las causas de los fallecimientos tardíos.

Además de la descripción de casos con fatal desenlace, también se presentaron en este mismo congreso experiencias de suspensión con voluntarios sanos.

Stulinger et al, describen los síntomas que presentaron diez voluntarios sanos suspendidos de un arnés de pecho.

Estos investigadores observaron que todos sufrieron congestión venosa, tanto en las extremidades superiores como en las inferiores. Esta congestión aumentó significativamente a los cinco minutos y a partir de este momento comenzaron a sentir parestesias en manos y piernas. Entre el minuto 8 y 22 observaron lo que denominaron "colapso circulatorio inminente"; por la aparición signos inquietantes como palidez de piel, sudoración fría, dilatación pupilar, acúfenos, náuseas y vértigo. Aunque el objetivo inicial era el mantenimiento de la suspensión durante 30 minutos, la aparición de los síntomas descritos aconsejó la detención del experimento, siendo descendidos y colocados en posición horizontal. Al día siguiente se repitió la prueba, pero esta vez los voluntarios podían apoyar los pies en un cabestrillo. Los resultados fueron mejores, ya que siete de los diez voluntarios toleraron íntegramente la prueba de 30 minutos. Sin embargo, 3 voluntarios volvieron a repetir los síntomas a los 22 y 28 minutos de iniciada la suspensión.

Bernard et al. presentaron estudios sobre los cambios cardiacos y pulmonares en suspensión.



Las pruebas se realizaron con diez voluntarios en posición inmóvil y con experiencia en estar suspendidos. Utilizaron monitores para medir las capacidades pulmonares y una pantalla de Rayos X para observar las modificaciones de la forma y tamaño del corazón durante la prueba. La tolerancia a la prueba duró entre 2,30 y 7 minutos. Las causas que motivaron la suspensión eran la aparición de molestias en la cintura escapular con parestesias de las manos y signos de colapso circulatorio. Los RX evidenciaron una disminución de los diámetros cardiacos, con el consiguiente aumento del cociente pulmón/corazón. La taquipnea que

presentaron los voluntarios no se acompañó de aumento de las capacidades pulmonares, sino de todo lo contrario, disminución del volumen respiratorio, consumo de oxígeno y reducción de la capacidad vital. También se observó una disminución de la PaCO₂ (expresión de hiperventilación) y caída del pH (expresión de acidosis metabólica por deuda de oxígeno). El análisis de los movimientos respiratorios demostró rigidez torácica que no se acompañaba del auxilio de la respiración abdominal y de los músculos accesorios. Cuando los signos de colapso circulatorio hacían su aparición, los diámetros cardiacos disminuían y aparecía taquicardia como intento de compensación del la caída del gasto cardíaco. Si esta compensación fisiológica fracasaba, los voluntarios podían "entrar" en situación de shock ortostático.

Las conclusiones finales de este congreso respecto a la suspensión inerte fueron muy claras.

La combinación de shock ortostático y compresión respiratoria severa pueden conducir a la víctima suspendida de una cuerda a la muerte. Las posibilidades de supervivencia cuando la suspensión se prolonga más de dos horas son pequeñas. Y advirtieron que el fallecimiento podía ocurrir durante la suspensión o tras el rescate.

PROTOCOLOS EXPERIMENTALES DE SUSPENSIÓN CON ARNÉS

A finales de los años 60 e inicios de los 70 se fue introduciendo progresivamente el arnés como método de aseguramiento en las actividades de montaña, desapareciendo la utilización de la cuerda atada directamente a nivel del pecho. El arnés que más se popularizó fue el arnés de cintura (que incluía correas sub-pélvicas) porque favorecía poder estar sentado durante la suspensión.

A partir de esta época se han diseñado otros tipos de arneses; el arnés integral completo (pecho y cintura integrados en el mismo conjunto), arnés tipo paracaidismo (que

también es un arnés completo) y arneses de pecho específicos según el uso al cual vayan destinados.

El arnés más utilizado en escalada y alpinismo, es el arnés de cintura y en espeleología, la combinación de un arnés de pecho con otro de cintura.

En el mundo laboral se ha desarrollado fundamentalmente dos tipos de arneses; uno "preventivo", que como su nombre indica está diseñado como método de aseguramiento en una caída que presumiblemente no va a suceder; y otro de "detención", pensado para frenar una caída. Los arneses utilizados en montaña o espeleología tienen el sistema de conexión cuerda-arnés en la parte anterior. Sin embargo en los arneses utilizados en el mundo laboral, la conexión cuerda-arnés más habitual, está situada en la parte posterior, para dejar libres los brazos al operario.

Los trabajos experimentales realizados a partir del año 1978 con voluntarios suspendidos de un arnés, se realizaron con los diferentes modelos que iban apareciendo en el mercado. Las primeras pruebas realizadas llevaban a más preguntas que a conclusiones definitivas. Se cuestionaron temas como: ¿cuál sería el resultado después de una caída brutal?, ¿qué podía pasar si la víctima quedaba inconsciente tras la caída?. Las recomendaciones surgidas tras estos trabajos indicaban que el diseño de los arneses debería, no solamente detener la caída, sino permitir mantener suspendida a la víctima sin riesgo de asfixia en el caso de quedar inconsciente.

Nelson en 1979, realizó 65 pruebas de suspensión en posición vertical e inmovilización simulada. Para las investigaciones contó con la ayuda de montañeros experimentados y utilizó un total de cuatro tipos diferentes de arneses.

Los resultados tras el experimento mostraron los mismos efectos adversos encontrados en experiencias anteriores: entumecimiento, dolor intenso, sensación de asfixia, contracciones incontrollables, hipotensión y taquicardia; en 2 casos se produjo pérdida de conciencia.

Las conclusiones finales del estudio evidenciaban, de nuevo, que la suspensión vertical con un arnés puede producir una pérdida de conciencia, sin que exista trauma previo ni pérdida sanguínea a consecuencia de la misma. Y la progresión de este cuadro clínico en individuos que han quedado inconscientes, por reducción del flujo sanguíneo cerebral, puede provocar la muerte en 4 o 6 minutos.

Las recomendaciones dirigidas a los fabricantes eran, que los arneses deberían permitir una orientación horizontal del cuerpo después de la caída.

EXPERIENCIAS DE LA COMISIÓN MÉDICA DE LA FEDERACIÓN FRANCESA DE ESPELEOLOGÍA (COMED)

La misma evolución que se produjo en el mundo de la escalada y del alpinismo con la introducción de los arneses, se llevó también en la espeleología. A partir de 1973 se comenzó a dejar de utilizar las clásicas escalas de cable "elektrón", sustituyéndolas por la técnica de "solo cuerda". Esta innovación supuso entre otras cosas, la popularización del arnés para asegurarse durante el descenso y posterior ascenso. La notificación de fallecimientos de espeleólogos durante la practica de este deporte, causó honda preocupación a la Federación Francesa de Espeleología (FFS). En un principio, los fallecimientos fueron atribuidos al estadio terminal del síndrome de "agotamiento-hipotermia".

Informes de 12 muertes de espeleólogos suspendidos de una cuerda

Las edades de los fallecidos oscilaban entre los 15 y 50 años, y entre ellos había expertos e inexpertos. Un porcentaje elevado de estas muertes ocurría durante el ascenso de las cavidades. Las víctimas fueron encontradas suspendidas de su arnés y sin presentar aparentemente traumatismo alguno que las justificase el fallecimiento. La pérdida de conciencia precedió a algunos fallecimientos y en algunos casos fue muy rápida (entre 1 y 15 minutos). Un caso recobró la conciencia al ser rápidamente descendido por sus compañeros y fue colocado en posición de recuperación, pero tras permanecer durante 20 horas en coma, falleció; otro comenzó a sentirse indispuesto durante el ascenso, fue rescatado en estado estuporoso y colocado en posición de recuperación, pero progresó hasta el coma y falleció 5 horas más tarde.

Durante la investigación de éstas muertes, la Comisión Médica (COMED) de la F.F.S, descubrió de forma fortuita unas publicaciones de Amphoux , que había estudiado cinco casos experimentales de suspensión pasiva con arnés y en donde se describían perturbaciones fisiológicas similares a las descritas en otros trabajos anteriores: entumecimiento de las extremidades, dificultades para la respiración, náuseas, vértigo, taquicardia, bradicardia y extrasístoles ventriculares. Amphoux, sugirió que el mecanismo responsable de estas

alteraciones podía tener una base respiratoria, cardíaca y circulatoria. Curiosamente la experiencia no estaba pensada en la práctica deportiva, sino para los accidentes laborales de los trabajadores con arnés de detención.

Ante casos de muertes de espeleólogos en circunstancias no aclaradas y tras la consulta de investigaciones publicadas por Amphoux, la COMED de la F.F.S. decidió realizar un protocolo experimental en 1984. Se experimentó con dos expertos espeleólogos, provistos de su propio arnés. Para este estudio se simuló el caso de un sujeto suspendido en posición inerte, sin adaptación muscular al disconfort que puede producir el arnés. Esta situación ficticia se parecía mucho a la que adopta un espeleólogo inconsciente al quedar suspendido de su arnés, o al quedar agotado durante el ascenso con bloqueadores por la cuerda fija. Los resultados de las pruebas fueron dramáticos y los médicos encargados decidieron parar el experimento.

Uno de ellos a los 2 minutos de iniciada la prueba y otro a los 15 minutos, comenzaron con sensación de hormigueo en las extremidades, cianosis en manos y edema en los pies. El voluntario de evolución más rápida, comenzó a los 6 minutos con sensación de malestar e imposibilidad de modificar la postura; un minuto más tarde presentó pérdida de conciencia, seguido de bradicardia extrema. Aunque fue descendido y colocado en decúbito rápidamente, tardó 6 minutos en recuperar el nivel normal de la conciencia y en desaparecer la bradicardia. El otro voluntario, tras presentar similar sintomatología, perdió la conciencia a los 30 minutos de haber iniciado la suspensión. También fue descolgado rápidamente, pero a pesar de recuperar con rapidez la conciencia, se mantuvo hipotenso durante 11 minutos y se evidenciaron ondas Q en la derivación a VL del ECG. Esta onda Q desapareció a los 37 minutos después de haber sido descolgado.

En las conclusiones tras el experimento, los médicos de la COMED afirmaron que la suspensión inerte podía ser muy peligrosa para los espeleólogos por la rápida aparición de síntomas potencialmente letales y sobre todo por la imposibilidad de reaccionar una vez comenzada la sintomatología. Los fallecimientos de espeleólogos, ocurridos en esa época, en circunstancias poco claras, no se podían atribuir solo al síndrome de agotamiento-hipotermia, había otras causas.

Las posibles hipótesis barajadas para explicar la sintomatología que presentaron los dos voluntarios fueron:

- Disminución del flujo arterial vertebrales por hiperextensión de la cabeza.
- Compresión por las cintas del arnés en miembros superiores e inferiores y como consecuencia de ello, disminución del retorno venoso.
- Disminución del retorno venoso por el ortostatismo y la ausencia de contracción muscular (mecanismos de vis a fronte y vis a tergo).
- Disminución de la amplitud de movimientos respiratorios por compresión torácica y abdominal.

En 1986, se realizó otro experimento, esta vez en el Laboratorio de Fisiología Deportiva de la Cínica Universitaria de Besançon (Francia); la monitorización empleada fue: ECG, electroencefalograma y se realizaron determinaciones analíticas, incluyendo gasometrías seriadas. Se contó también con la presencia del SAMU, para atender posibles emergencias vitales. Para la prueba se experimentó con tres voluntarios.

El primer voluntario fue colocado en suspensión inerte sobre una cuerda, con la particularidad de tener que mantener la cabeza en hiperextensión y las piernas colgando y más bajas que el corazón. Al segundo voluntario se le colocó un collar de inmovilización cervical para eliminar el factor hiperextensión, aunque mantenía las piernas colgando. El tercer voluntario, tenía las piernas horizontales y la cabeza en hiperextensión.

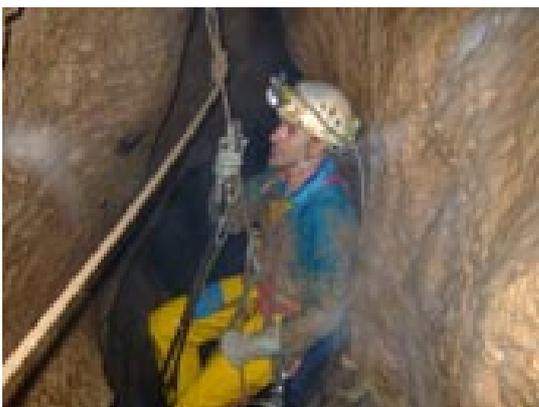
Los tres presentaron en un tiempo variable entre 12 a 30 minutos signos inquietantes, uno de ellos llegó a perder la conciencia a pesar de la vigilancia. El control del pulso arterial en todos los voluntarios permitió eliminar el fenómeno de compresión arterial. Las compresiones nerviosas se comprobaron por aparición de parestesias, aunque se consideraron irrelevantes. Sin embargo, la obstrucción del retorno venoso era evidente, siendo más importante en brazos y cuello, que en los pies.

En el primer voluntario la frecuencia cardíaca al comienzo de la prueba era de 80 latidos/minuto y fue aumentando progresivamente durante el desarrollo de la prueba; la T/A (Tensión Arterial) inicial era de 120/80 mm Hg y se elevó hasta 180/120 mm Hg. A los 10 minutos de iniciada la prueba, aparecieron signos de malestar generalizado, mareo, palidez en piel y mucosas, rubor caliente, sudoración profusa y dificultad para respirar. La agravación rápida de los mismos, obligó a descolgar al voluntario como medida de precaución. Una vez

descendido, la taquicardia fue cediendo, aunque la sensación de malestar persistió algunos minutos. La hiperextensión de la cabeza fue muy dolorosa y se concluyó que esta posición favorecía la aparición de sintomatología por compresión de las arterias cerebrales y posible descenso del flujo sanguíneo cerebral. En este caso, la corrección manual de la hiperextensión mejoraba los síntomas rápidamente. Sin embargo, a los 5 minutos volvía a aparecer la misma sintomatología inicial, lo que aconsejó su descenso.

Las experiencias realizadas con el segundo voluntario confirmaron, gracias al collar de inmovilización cervical, que el origen de los síntomas no era exclusivamente cervical. A los 20 minutos de comenzar la prueba, ante la presencia de signos inquietantes, se decidió descolgarlo. Al tercer voluntario, a pesar de tener las piernas elevadas, comenzó a sentirse mal; éste, incluso llegó a perder la conciencia, requiriendo atención médica.

Los movimientos activos de las piernas tenían efecto beneficioso, pero el beneficio sólo era transitorio. Las gasometría arteriales no mostraron ninguna alteración en ninguno de los voluntarios.



La conclusión más importante de este estudio era que no había síntomas premonitorios claros de aparición de sintomatología grave. Lo más evidente era, que una vez que habían hecho su aparición los síntomas, la víctima no podía reaccionar y en pocos segundos los síntomas se agravaban. La muerte parecía ser inevitable si el accidentado no era descolgado rápidamente. También se considero inútil intentar diseñar arneses preventivos, puesto que el tipo de arnés empleado era irrelevante. Las observaciones y conclusiones de este trabajo fueron un referente obligatorio en las experiencias y publicaciones posteriores de otros grupos de trabajo.

OTRAS EXPERIENCIAS

La Universidad de Ciencia y Deportes de Innsbruck (Austria) junto con la Asociación Austriaca de Montaña realizó un estudio, también con voluntarios, sobre seguridad de los arneses de alpinismo, de acuerdo con las normas de la Unión Internacional de Asociaciones Alpinas (UIAA). La sintomatología observada en los ensayos y los resultados obtenidos, fueron similares a experiencias anteriores.

En las conclusiones finales del trabajo, afirman que existe la posibilidad de que el acumulo de sangre en las extremidades inferiores durante un tiempo prolongado, provoque un shock irreversible y la muerte durante el rescate. La "muerte del rescate" sería el resultado de una sobrecarga aguda del ventrículo derecho (aumento de la precarga del VD). Las causas de este retorno masivo son la irrupción brusca a la circulación general de la sangre acumulada en las extremidades inferiores durante la suspensión.

El U.S. Department of Labor Occupational Safety and Health Administration encargó al Armstrong Aerospace Reseach Laboratory un programa para evaluar la respuesta humana a la suspensión prolongada con arnés, cuyos resultados hicieron públicos en 19873; y en 1988 presentaron las conclusiones en el International Fall Protection Symposium en Orlando (USA). En este mismo laboratorio, Baumann ya había realizado experiencias similares en 1968.

En la primera fase del experimento se evaluaron los efectos directos de la caída y las modificaciones fisiopatológicas de la suspensión inerte y prolongada, simulando la posición que adopta una persona inconsciente tras la caída al quedar suspendida por una cuerda.

En la segunda fase se experimentó con cuatro tipos diferentes de arnés (de cintura, de pecho e integral). Los resultados obtenidos no diferían de experiencias anteriores (entumecimiento y dolor de las extremidades, mareos, nauseas, vértigos, hipotensión, taquicardia, bradicardia, sincope, etc.) y, una vez más, se produjo una pérdida de conciencia al de ser descolgado el voluntario. El arnés integral fue el mejor tolerado por los voluntarios.

Las conclusiones finales advertían de los peligros que suponía la suspensión inmóvil y prolongada incluso en personas sanas y bajo control (voluntarios). Si las experiencias se extrapolaban al ambiente laboral, donde los trabajadores pueden no hallarse en las condiciones físicas de los voluntarios, los trastornos originados por la suspensión inerte podrían ser más rápidos y de consecuencias imprevisibles.

Una de las últimas investigaciones sobre el tema ha sido la realizada en 1998 por Madsen et al. Esta investigación estuvo orientada a la tolerancia de los seres humanos al ortostatismo (no necesariamente suspendidos de un arnés).

En una primera prueba mantuvieron a 64 hombres y 15 mujeres sobre una tabla inclinada 50° con respecto a la posición horizontal, apoyados sobre un sillín de bicicleta que impedía el deslizamiento por la tabla. La cabeza se encontraba elevada al estar situada en la parte superior de la tabla y se apoyaba sobre una pequeña almohada. Los voluntarios debían permanecer en la tabla, sin moverse, hasta completar una hora o presentar clínica presincopeal. Solamente, 7 voluntarios pudieron completar la hora; 3 abandonaron la prueba por encontrarse incómodos y los 69 restantes presentaron síntomas presincopeales antes de finalizar el experimento. La mitad de ellos comenzaron a referir sintomatología en los primeros 30 minutos y algunos precozmente. Uno de los voluntarios se desmayó a los pocos minutos de iniciar la prueba.

La segunda prueba consistió en mantener suspendidos de una cuerda a 9 voluntarios (8 hombres y una mujer) con un doble aseguramiento: una cinta ancha acolchada alrededor del tórax y otra que al estar colocada por detrás de las rodillas posibilitaba la elevación de las piernas. Ambas cintas estaban unidas a la cuerda en el mismo lugar. En ésta prueba, únicamente la mujer experimentó clínica presincopeal; esto ocurrió a los 50 minutos de la suspensión. Hay que señalar que esta persona, en la primera prueba, presentó síntomas en tan sólo cinco minutos una vez iniciada la suspensión.

En los ocho voluntarios que finalizaron el experimento, la elevación de las piernas previno la sintomatología presincopeal. La frecuencia cardíaca aumentó en 8 latidos por minuto y no se constató una reducción de la precarga del VD. Sin embargo, en la voluntaria que presentó clínica evidente, la frecuencia cardíaca se elevó 25 lpm respecto a los valores basales y se comprobó una reducción del volumen de sangre central.

Las conclusiones finales de este trabajo demuestran que la elevación de las piernas no impide una reducción crítica del volumen de sangre circulante y el riesgo de presíncope es inferior a la prueba realizada con inclinación. En la posición vertical, la hipotensión y la bradicardia viene claramente determinada por una reducción crítica del volumen sanguíneo circulante determinada por una disminución de la precarga del ventrículo derecho.

REFERENCIAS EN ESPAÑA

La primera referencia sobre el síndrome del arnés fue presentada en 1992 en el VI Congreso Nacional de Espeleología por Dulanto y cols. En esta comunicación publicada en las actas del congreso, los autores describen una revisión de las experiencias de la COMED de la F.F.S con una aproximación de la fisiopatología del Síndrome del Arnés. En las conclusiones finales advierten de la peligrosidad de éste síndrome.

En el año 2001, el Servicio Aragonés de Medicina de Urgencia en Montaña (S.A.M.U.M) presentó un caso de síndrome del arnés en las II Jornadas Nacionales de Emergencias y Catástrofes.

Se trataba de un varón de 54 años, con un peso aproximado de 100 Kg y amplia experiencia en escalada durante su juventud. El bloqueo durante el descenso en rapel en un barranco seco, por la formación de un nudo de alondra en un descendedor tipo 8, fue la causa del accidente. Durante unos 15 minutos estuvo intentando desbloquearse, incluso llegó a cortar parte de las cuerdas, pero el esfuerzo realizado, el sobrepeso y posiblemente la sensación de pánico, le llevaron al agotamiento. Durante unos cinco minutos más mantuvo la conciencia y posteriormente dejó de responder a las llamadas de su compañera. Su acompañante pudo alertar a los grupos de rescate, pero cuando estos llegaron, el accidentado había fallecido. El infortunado se encontraba suspendido sobre el arnés pélvico, con la cabeza y tórax en posición baja. La inspección del cadáver evidenciaba: palidez extrema de las extremidades inferiores y gran congestión en cabeza, cuello, tronco y extremidades superiores. _ La muerte se atribuyó a síndrome del arnés.

FISIOPATOLOGÍA

Las numerosas referencias bibliográficas expuestas sobre los efectos de la suspensión en posición vertical e inmóvil, como en posición inerte e inmóvil, establecen sin ninguna duda la existencia del trauma de la suspensión o síndrome del arnés. La explicación más convincente de todo lo expuesto es la aparición de una importante alteración de la circulación sanguínea, fundamentalmente en el retorno venoso. La compresión de las correas del arnés parece tener un papel menor. La ausencia de movilidad en esa posición es la causa precipitante de todo el

cuadro fisiopatológico. La compresión arterial quedó descartada en la mayoría de las experiencias, por la persistencia de pulso periférico en todas las extremidades.

Los alpinistas y espeleólogos experimentados saben que la suspensión durante tiempo prolongado de un arnés no tiene más consecuencias que las molestias ocasionada por la presión de las correas del arnés sobre los puntos de contacto. La movilización de las piernas y los cambios de posición de las mismas, hacen que esta actividad se pueda realizar mucho tiempo sin complicaciones.

El problema radica cuando por alguna razón alguien queda inconsciente o no puede moverse en esa situación. Es entonces, cuando el sistema venoso (sistema de capacitancia), especialmente de las extremidades inferiores, queda por así decirlo "secuestrado". En esta situación, una parte del volumen sanguíneo no puede retornar al corazón.

El síndrome del arnés es una patología que precisa de dos requisitos imprescindibles para su aparición: suspensión e inmovilidad. La inmovilidad puede darse en personas conscientes, que al quedar agotadas quedan suspendidas en posición inerte al ceder la tensión de los músculos abdominales y también en víctimas, que como consecuencia de la propia caída o de un traumatismo hayan quedado inconscientes.

El "secuestro" sanguíneo en las extremidades produce una disminución de la precarga del ventrículo derecho, caída del gasto cardíaco y disminución de la presión de perfusión cerebral. La pérdida de conciencia se puede producir rápidamente, y si el síndrome progresa puede provocar la muerte al accidentado. La rapidez de presentación de los síntomas tiene componentes individuales.

Algunos accidentados pueden presentar en las fases iniciales del síndrome síntomas presincoales como: náuseas, vértigos, zumbidos auditivos, sudoración, pérdida de visión etc.

La situación descrita puede englobarse en los "shock hipovolémicos por secuestro".

En el caso que nos ocupa, el secuestro de sangre es más evidente en las extremidades, especialmente en las inferiores. Durante la fase de acumulo de sangre, las víctimas suelen sentir en las extremidades: parestesias, hormigueos, dolor, pérdida de sensibilidad e incluso aumento del tamaño de las mismas por edematización. La caída del gasto cardíaco como consecuencia del secuestro periférico de volumen sanguíneo, provoca un cuadro de shock similar al hipovolémico, con la consiguiente hipoxia tisular. Aunque en las fases iniciales del shock puede haber un intento compensador con liberación de catecolaminas, si éste mecanismo falla, se pasa a una fase de shock progresivo donde la isquemia-hipoxia cerebral por caída de la presión de perfusión cerebral produce la pérdida de la conciencia. La progresión del shock puede producir la muerte al accidentado.

La hipótesis del sufrimiento hipóxico ya fue expuesta por Pastcheider y Fodisch en el año 1972 en el Segundo Congreso Internacional de Médicos de Rescate en Montaña. Petermeyer y Unterhalt en 1997 volvieron a insistir en la hipótesis del sufrimiento hipóxico tras estudios histológicos en víctimas por síndrome del arnés. Estos últimos autores también coincidían en el mecanismo compensatorio de la liberación de catecolaminas y si la evolución era irreversible, el deterioro de la microcirculación, con daño endotelial y coagulación intravascular diseminada (CID).

Las correas del arnés no parecen que ejerzan una compresión arterial importante. Aunque si parece que la hacen sobre los nervios. Las parestesias que describen los accidentados podrían ser el resultado de la compresión directa de las cintas del arnés con alteración local de la circulación sanguínea y con la consiguiente isquemia nerviosa en la zona de apoyo. A pesar de esto no se puede descartar que el efecto de la presión que ejercen las correas no contribuya al inicio y posterior mantenimiento del shock.

Para Orzech et al. la causa del síncope era una respuesta vaso-vagal por el dolor ocasionado por las cintas del arnés, bien tras una suspensión prolongada o después de una caída. La bradicardia, hipotensión y síncope serían el resultado de un estimulación parasimpática. Otros autores han sugerido que una vasodilatación importante de las arteriolas del músculo esquelético podría contribuir a la hipotensión.

Desde las primeras referencias al síndrome del arnés, se han descrito fallecimientos en víctimas que fueron rescatadas vivas. En algunos casos el fallecimiento se producía inmediatamente después del rescate, en otros horas más tarde y en algunos casos, transcurridos varios días. La muerte inmediata al rescate, "muerte del rescate", podría deberse a una sobrecarga aguda del ventrículo derecho por retorno masivo de la sangre acumulada en las extremidades durante el tiempo de suspensión, al colocar a la víctima en posición horizontal tras el rescate¹⁶.

Sin embargo, algunas de la muertes se produjeron pasadas casi 24 horas o hasta once días después del rescate. Estas muertes “tardías” podrían ser consecuencia a una disfunción multiorgánica consecutiva a un estado de shock mantenido. Lloyd atribuye la causa de estas muertes tardías a un fracaso renal agudo. El fracaso renal sería debido a una situación similar al “síndrome de aplastamiento. En la fisiopatología de éste síndrome, el papel de la rabdomiolisis ha quedado ampliamente demostrada, como también ha quedado demostrada la relación entre fracaso renal agudo y rabdomiolisis. Al igual que en el síndrome del arnés, en el síndrome de aplastamiento la isquemia no es un factor determinante y sí lo es, la presión e inmovilización mantenida en el tiempo.

La hipótesis de la relación entre el síndrome de aplastamiento y síndrome del arnés ya fue avanzada por Amphoux, Bariold y Théry en la década de los años 80.

El síndrome de aplastamiento podría definirse como un cuadro de shock hipovolémico, con hiperpotasemia, mioglobinuria y alteraciones metabólicas secundarias a la rabdomiolisis producida por la presión mantenida sobre el músculo durante tiempo prolongado. Sin tratamiento adecuado y precoz, evoluciona hacia el fracaso renal agudo. El paso a la circulación general de las sustancias originadas por la necrosis muscular (potasio, mioglobina, tromboplastina, lactatos, fosfato, creatinina, creatinquinasa y precursores de las purinas) son factores primordiales para el establecimiento del síndrome.

A semejanza del síndrome de aplastamiento, cuando una víctima de síndrome de arnés es rescatada y colocada en posición horizontal, las sustancias mencionadas podrían pasar a la circulación general (síndrome de isquemia-reperusión). Este fenómeno de isquemia-reperusión puede provocar el paso rápido de algunas sustancias como el potasio y la hiperpotasemia ser la causante de arritmias letales (muerte de rescate). La hiperpotasemia pues, podría ser la causante de las muertes tardías descritas en la literatura. La irrupción de otras sustancias como la tromboplastina podría ser el origen de cuadros de coagulopatía de consumo (CID) hallados en algunos fallecimientos tardíos.



PREVENCIÓN

La prevención, pasa a ser la llave maestra en el tratamiento de estos accidentes. El arnés es un sistema de seguridad ideado para evitar lesiones por precipitación cuando se trabaja “en altura”. Sin embargo, la suspensión e inmovilidad prolongada pueden poner en peligro la vida de la víctima.

La prevención debe ir encaminada fundamentalmente a:

- Evitar la aparición del síndrome.
- Utilizar métodos seguros de rescate para evitar fallecimientos tras el mismo.

Los arneses actuales, tanto de uso deportivo como los diseñados para el trabajo, son bastante cómodos y están garantizados para resistir las caídas; sin embargo ningún modelo, hasta el momento, puede evitar el desencadenamiento de un síndrome del arnés, si concurren ciertas causas precipitantes como las anteriormente descritas.

La primera recomendación para elegir un arnés es elegir un modelo que se adapte anatómicamente bien al cuerpo y sea lo bastante cómodo como para no causar molestias o dolor cuando se vaya a estar suspendido durante cierto tiempo. Lo aconsejable, especialmente en los trabajadores, sería probar el arnés antes de su utilización, comprobando la comodidad y la medida correcta del mismo. Obviamente, estas comprobaciones deberían hacerse simulando las condiciones de trabajo en las que va a ser empleado, para de esa forma realizar los ajustes o cambios necesarios.

Las experiencias realizadas con arnés han demostrado de forma contundente, que una víctima inconsciente o con movilidad limitada suspendida sobre un arnés, puede fallecer en poco tiempo si no se toman las medidas necesarias.

Una de las primeras medidas de prevención es la difusión de esta patología entre los usuarios de arnés, como son algunos deportistas, trabajadores y las personas que pueden

tener relación con el rescate (compañeros de la víctima, rescatadores, médicos y personal sanitario que suelen atender estas emergencias).

Resulta especialmente importante para evitar el agravamiento de los síntomas la rapidez con que se realicen las maniobras de rescate, especialmente en personas ya inconscientes, en las cuales la muerte puede ser inevitable si las maniobras se realizan de forma incorrecta.

Ante la posibilidad de un eventual accidente, los simulacros periódicos de rescate de víctimas en suspensión, deberían ser obligatorios en los planes de formación laboral de los trabajadores y deportistas que utilizan estos accesorios.

El uso correcto del arnés, el conocimiento de maniobras de rescate específicas y su realización periódica son esenciales para dar una respuesta adecuada ante un accidente de este tipo.

Sheehan,, en un trabajo reciente, describe que existen factores individuales que pueden aumentar el riesgo de padecer un síndrome de arnés y cita una serie de recomendaciones a los usuarios:

- Los trabajadores no deben realizar trabajos con suspensión cuando presenten factores de riesgo individuales (discapacidades, enfermedades...) o se den condiciones que favorezcan la aparición de un síndrome de arnés.
- Cuando se produzca un accidente, se debe dar prioridad al rescate y no se debe perder tiempo en estabilizar a la víctima.
- Ante la posibilidad de un accidente, los trabajadores que utilicen sistemas de suspensión con arnés no deben trabajar nunca solos.
- Cuando la movilidad de las piernas se encuentra limitada, se debe evitar permanecer suspendido durante un periodo prolongado de tiempo.
- Hay que evitar rescatar a las víctimas en posición vertical, y si esto es imposible, se debe rescatar a la víctima en el menor tiempo posible.
- Si la víctima permanece consciente durante el rescate, tranquilizarla y se le debe persuadir a que mantenga las piernas, si puede, en posición horizontal.
- Es conveniente durante los trabajos en suspensión utilizar un sistema de apoyo de los pies y mover las piernas frecuentemente.

El Consejo de Ministros y el Parlamento Europeos aprobaron el 14 de Junio del 2001 las normas de seguridad sobre el uso de cuerdas en el trabajo. Este documento recopila una serie de recomendaciones para los trabajadores, que se pueden resumir en lo siguiente:

- El trabajo con el empleo de cuerdas y sus técnicas debe ser planificado, para que en caso de emergencia la víctima pueda ser rescatada inmediatamente.
- Los trabajadores deben recibir entrenamiento y formación específica en técnicas de rescate para realizar trabajos de éste tipo.
- Las normas especificadas en, Temporary Work at Height Directive³⁰, deben ser incluidas en la legislación laboral de los estados miembros de la Unión Europea, antes del 19 de Julio de 2004.

TRATAMIENTO DEL SÍNDROME DEL ARNÉS

1. Fase de Rescate

El síndrome de suspensión o síndrome del arnés, es una patología que sólo se desarrolla cuando la víctima se encuentra suspendida e inmóvil.

El primer objetivo terapéutico es rescatar a la víctima con vida. El rescate rápido se impone ante cualquier otra maniobra.

Numerosas publicaciones describen fallecimientos a los pocos minutos del rescate (muerte del rescate), tras colocar a los accidentados en posición horizontal.

La etiopatogenia más probable de la "muerte del rescate" es la sobrecarga aguda del ventrículo derecho, por aflujo masivo de la sangre de las extremidades inferiores, cuando el accidentado es colocado bruscamente en decúbito supino.

Para Sheehan y Dawes y las maniobras de reanimación avanzada que incluyen oxigenoterapia, fluidoterapia, pantalón antishock (MAST), etc. son imposibles de realizar



durante el rescate. Estos autores recomiendan colocar a las víctimas en posición horizontal lo más rápidamente, siguiendo las recomendaciones que se siguen en pacientes en estado de shock o con problemas en la vía aérea. Pero esta opinión es discutida por la mayoría de los investigadores ante la existencia de casos de la “muerte del rescate”, cuyas causas han sido enunciadas anteriormente.

Todos los autores están de acuerdo en evitar la posición totalmente vertical durante el rescate.

Tras el rescate, recomiendan colocar a la víctima en posición semisentada, en “cuclillas” o agachada. En caso de víctimas inconscientes, una vez que la permeabilidad de la vía aérea está controlada, la posición fetal (alternativa a la posición lateral de seguridad) puede ser la ideal. Se recomienda mantener esta posición unos 20 a 40 minutos y posteriormente pasar gradualmente a la posición horizontal. El objetivo de esta maniobra es evitar la sobrecarga aguda del ventrículo derecho por aflujo masivo de la sangre acumulada en las extremidades.

Durante todo el proceso de rescate es esencial monitorizar de las constantes vitales y seguir las técnicas de soporte vital básico y avanzado, según las recomendaciones del European Resuscitation Council.

2. Transporte

Ante la presencia de sintomatología (entumecimiento de las piernas, parestesias, etc) que hagan sospechar lesiones asociadas o un posible agravamiento, se recomienda el traslado a un centro hospitalario dotado de Unidad de Cuidados Críticos.

- El traslado debe ser rápido.
- La víctima debe estar acompañada en todo momento de personal sanitario entrenado en técnicas de reanimación avanzada que dispongan de material específico (transporte medicalizado).
- Si el accidente ha surgido en lugares alejados de un centro sanitario (montaña) se barajará posibilidad que la víctima sea evacuada en helicóptero.
- Si durante el transporte hasta el centro sanitario la víctima presenta hipotensión, es preferible la administración de fármacos vasoactivos a la reposición volémica masiva.
- Es aconsejable el control de la glucemia, especialmente si el agotamiento ha sido el desencadenante del síndrome del arnés.
- No se deben olvidar las posibles patologías asociadas que pueda presentar la víctima como: TCE (Traumatismos Cráneo Encefálicos), traumatismos torácicos, fracturas en extremidades, deshidratación, hipotermia, etc.
- En pacientes politraumatizados es imprescindible una analgesia adecuada y una correcta inmovilización de las fracturas.
-

3. Tratamiento hospitalario

Si tras la valoración primaria en el centro hospitalario, el estado de la víctima presenta datos razonables de posible agravamiento posterior, la norma es el Ingreso en una Unidad de Cuidados Críticos para vigilar las constantes vitales y tratar patologías asociadas que puedan comprometer la vida del paciente: insuficiencia renal por rhabdomiólisis, politraumatismos, etc.

BIBLIOGRAFÍA

1. Mazengrab B. Height Rescue Course Incident; 1999. Vertical Horizonz Ltd. E-Mail: open correspondence between interested parties.
2. Seddon P. Harness suspension: review and evaluation of existing information. Contract research report 451/2002. Health and Safety Executive (HSE) Books, Norwich 2002.
3. Orzech MA, Goodwin MD, Brinkley JW, Salerno MD, Seaworth J. Test program to evaluate human response to prolonged motionless suspension in three types of fall protection harnesses. Harry G Armstrong Aerospace Medical Research Laboratory, Wright Patterson Air Force Base, Ohio, USA (1987).
4. Scharfetter F. Pressure paralysis of the brachial nerves due to hanging on the rope. Papers of the Second International Conference of Mountain Rescue Doctors. Austria, 1972.
5. Flora G, Hölzl HR. Fatal and non-fatal accidents involving falls into the rope. Papers of the Second International Conference of Mountain Rescue Doctors. Austria, 1972.

6. Patscheider H. Pathologic-anatomical examination results in the case of death caused by hanging on the rope. Papers of the Second International Conference of Mountain Rescue Doctors. Austria, 1972.
7. Stulinger W, Dittrich P, Flora G, Margretier R. Circulatory and renal function changes in test subjects suspended from the upper half of the body. Papers of the Second International Conference of Mountain Rescue Doctors. Austria, 1972.
8. Bernard W, Haselbach H, Scharfetter H, Aigner A, Michaeler R. Radiological blood chemistry and lung function findings in the hanging test. Papers of the Second International Conference of Mountain Rescue Doctors. Austria, 1972.
9. Nelson B. Climbing harnesses. How long can you safely hang in your harness?. Off Belay Magazine, USA, August 1979.
10. Mallard M. Secours et Prévention en Spéléologie et Plongée Souterraine. Thèse de pour le Doctorat en Médecine. Faculté de Médecine de Lille, 1985.
11. Mallard M. Secours et Prévention en Spéléologie et Plongée Souterraine. Thèse pour le Doctorat en Médecine. COMED FFS,1990. Réédition corrigée .
12. Amphoux M, Poli JP, Sevin A, Noel G, Arduoin G. Effets sur l'homme des ceintures de sécurité ou sangles thoraciques au moment de l'arrêt des chutes. Le Travail Humain 1972 ; 35 (1):143-159.
13. Poli JP, Amphoux M, Pavy F, Sevin A. Recherches actuelles sur les dispositifs individuels d'arrêt de chute dans le Bâtiment et les Travaux P. Cahiers de Médecine du Travail 1973; 4:157-160.
14. Amphoux M, Noel G, Archer P. La sécurité sur les chantiers du bâtiment et des travaux public. Annales de l' Institut Technique du Bâtiment et Travaux 1982 ; 79-110.
15. Bariod J. Rapport d'expérimentation sur le harnais. COMED FFS. Chalain 1984, 48 pp.
16. Damisch C, Schauner N. Wie sicher sind anseilgurte?. Bergsteiger & Bergwanderer, 1985.
17. Brinkley JW. Experimental studies of fall protection equipment. International Society for Fall Protection. International Fall Protection Symposium. Orlando, 1988.
18. Madsen P, Svendsen LB, Jørgensen LG, Matzen S, Jansen E, Secher NH. Tolerance to head-up tilt and suspension with elevated legs. Aviat Space Environ Med 1998; 69:781-784.
19. Dulanto D, Laso I. Síndrome del Arnés. Fisiopatología. Actas: VI Congreso Nacional de Espeleología. La Coruña 1992; 205-213.
20. Avellanas ML, Montañés M, Fácil JM, Bernabé M, Molinos J, Desportes F. Síndrome del Arnés. II Jornadas Nacionales de Emergencias y Catástrofes. Huesca, 2001.
21. Fodisch J. Morphological findings in the case of death after hanging on a rope for four hours. Papers of the Second International Conference of Mountain Rescue Doctors. Austria, 1972.
22. Petermeyer M, Untherthal M. Das Hängetrauma. Der Notarzt 1997, 13:12-15.
23. Goldstein D, Spanarkel SM, Pitterman A, Toltzis R, Gratz E, Epstein S, Kaiser HR. Circulatory control mechanisms in vasodepressor syncope. American Heart Journal 1982;104:1071-1075.
24. Lloyd C. Harness induced pathology.
25. Bywaters EGL. 50 years on the crush syndrome. BMJ 1990; 301:1412-1415.
26. Ward MM. Factors predictive of acute renal failure in rhabdomyolysis. Arch Intern Med 1988; 148:1553-1557.
27. Bariod J, Théry B. Le point sur la pathologie induite pour le harnais. Spelunca 1994; 55:39-42.
28. Thomas R. Suspension trauma-Serious risk to subject.
29. Seddon P. International Fall Protection Symposium. Orlando.