Paro cardíaco en la montaña
Arrêt cardiaque en montagne

Hélène Duhem et Nicolas Segond

Congrès ANMSM Loudenvieille

04 avril 2025 - 04 de abril de 2025

Centre Hospitalier Albertville - Moûtiers

Paro cardíaco en la montaña: pronóstico y particularidades

Hélène Duhem

Centre Hospitalier Albertville - Moûtiers

Algunas cifras del SNOSM :

- En Francia, durante la **temporada de esquí 23/24**:
  - 52 milliones de días/esquiador
  - 53 559 intervenciones de rescate (registradas)
  - 52 000 heridos
  - **29 fallecidos en dominio esquiable (17 de ellos traumáticos)**

Algunas cifras del SNOSM

- En Francia, **fuera del dominio esquiable en 2023**
  - **204 fallecidos en montaña** (145 traumáticos y 97 en senderismo)

Fig. 1 : évolution du nombre de décès par avalanche et moyenne glissante (10 ans) – 1971-2024 – France.

- Temporada 23-24 : 16 fallecidos

- **Temporada 24-25** : **20 fallecidos** (hasta 27/03)

Pronóstico :

- Estudio retrospectivo
- De 2004 a 2014

Contents lists available at ScienceDirect

Resuscitation

journal homepage: www.elsevier.com/locate/resuscitation

Clinical paper

Survival of cardiac arrest patients on ski slopes: A 10-year analysis of the Northern French Alps Emergency Network☆

Damien Viglino[a,b,*], Maxime Maignan[a,b], Arnaud Michalon[c], Julien Turk[d], Sarah K. Buse[a], Marc Blancher[a], Tom P. Aufderheide[e], Loïc Belle[f], Dominique Savary[c], François-Xavier Ageron[c], Guillaume Debaty[a,g], the Northern French Alps Emergency Network RENAU group

- **Supervivencia a 30 días en pista vs otros lugares**

- **Paros cardíacos en pista :**

- Pacientes más jóvenes (56 [40–65] vs. 66 [52–79] años, p < 0.001)
- Mayor frecuencia de ritmo desfibrilable (41.2% vs 20.1%, p < 0.001)
- Más desfibrilaciones (43.4% vs 26.8%, p < 0.001)
- Primer choque eléctrico más rápido (7.5 min vs 14 min, p < 0.001)

OR 2,6 a favor de l'PC en pista

→ Adicíon al registro del RENAU de los lugares « montaña – pistas » et « montaña – fuera de pista »

Table 3
Multivariate analysis for 30 day survival of cardiac arrest on ski slopes compared to all cardiac arrest on other locations.

	OR	(95% CI)	p
Age	0.96	(0.95–0.96)	<0.001
Sex (male)	0.51	(0.42–0.62)	<0.001
Witnessed arrest	1.69	(1.22–2.17)	<0.001
Bystander CPR	2.48	(1.96–3.14)	<0.001
First responder arrival delay	0.95	(0.93–0.97)	<0.001
Initial rhythm			
Asystole	reference		
Pulseless electrical activity	2.15	(1.50–3.08)	<0.001
Ventricular fibrillation/Ventricular tachycardia	7.93	(6.31–9.95)	<0.001
Presumed aetiology of cardiac arrest			
Cardiac	reference		
Trauma	0.29	(0.19–0.44)	<0.001
Other/unknown	0.69	(0.54–0.87)	0.002
On slope Cardiac arrest	2.61	(1.42–4.81)	0.002

CPR: cardiopulmonary resuscitation.

- ¿Qué pasa con los PC en el **dominio « montaña » fuera de las pistas?**

- ¿ Y el **pronóstico neurológico?**

2015 → 2021

ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

American Journal of Emergency Medicine

journal homepage: www.elsevier.com/locate/ajem

Neurological outcome of cardiac arrest patients in mountain areas: An analysis of the Northern French Alps Emergency Network

N. Segond [a,b,*], D. Viglino [a,c], H. Duhem [h], C. Vigneron [d], C. Vallot [d], V. Brenckmann [a,b], M. Blancher [a], S. Versini [e], A. Serruys [e], D. Savary [f,i], A. Bellier [g], G. Debaty [a,b]

RE.NAU
REseau Nord Alpin des Urgences

Criterio de Jucio Principal : **Supervivencia CPC 1 o 2 a 30 días**

- En pista
- Fuera de pista
- Otros lugares (domicilio, VP…)

1	Bon	conscient, alerte, capable de travailler et de mener une vie normale ; déficits neurologiques ou psychiques minimes
2	Modéré	conscient, possibilité de travailler à temps partiel dans un environnement protégé ; autonomie pour les activités quotidiennes
3	Sévère	conscient, dépendance pour les activités quotidiennes en raison du (des) déficit(s) neurologique(s)
4	Comateux	inconscient, impossibilité de communication avec l'environnement
5	Mort cérébrale	mort cérébrale ou décès certifié par les moyens usuels

Score CPC, d'après V. Frochaux, Rev. Med. Suisse ; 2001

Alpes du nord

Análisis multivariado

Ajustado por edad, sexo, presencia de testigo, tiempo entre la primera llamada y el primer choque, etiología del PC, ritmo inicial, estación

OR ajustado

Resultados

Población

$p<0,05$

n	213	141	9235
Sexo Masc. n(%)	191 (**90**)	127 (**90**)	6240 (68)
Edad media (a)	57	54	67
Etiologías %			

- Cardíaca
- Traumática
- Respiratoria
- Hipotermia

Resultados

p<0,05

Testigo (incuido socorrista)	**84%** (**25%**)	**84%** (13%)	68% (15%)
RCP por testigo	64%	63%	**50%**
DEA antes secorrista	**15%**	4,5%	4%
FV	**41%**	21%	20%
Asistolia	56%	**78%**	72

Tiempo antes (min)

1° choque	**10**	**22**	16
llegada de las secorristas	10	**20**	12
SVA	25	**31**	23
RCE	16	**50**	31

Resultados

CPC 1-2 a 30 días

n (%)	27 (**12.6**)	6 (4.2)	531 (5.7)
aOR	**1.96 (1.02 – 3.75)**	**0.88 (0.28 – 2.72)**	Referencia

Discusión

- **Pronóstico neurológico x 2** en rescates **en pista**
  - Primera investigación en demostrarlo
  - Cadena de rescate « óptima »

- **No hay diferencias en los desenlaces fuera de pista vs otros lugares**, a pesar de tiempos prolongados de intervención y desfibriladores
  - Importancia de intentar RCP
  - Desarollo de nuevas soluciones:
    - « PhaRefuge », desfibriladores miniaturizados, drones

Particularidades de la atención de los PC en la montaña :

Hipotermia

Hipotermia y avalancha

Organización

FOCUS PC e Hipotermia

- Afuera avalanchas: excelente pronóstico (patientes extraviados, inmersos, etc.)
- Sin factores de confusión: politraumatismo o asfixia
- Estado de pseudo-hibernación transitoria, neuroprotección

- Algunos casos emblemáticos:

  No Flow más largo = 70min

  Low Flow más largo = 6h30

  Récord de T° reanimado = **13,7°C**

  Récord de T° con circulación espontánea = **17°C**

  Mayor edad reanimada con éxito = **95 ans**

FOCUS PC e Hipotermia

- Especificidades del manejo:
  - riesgo de **rescue collapse++**
  - bradicardia extrema
  - estado de muerte aparente

- T°<30°C :
  - Adre máx 1mg
  - desfibrilación máx x3
  - EtCO2 no predictivo
  - Orientación a ECLS
  - Score **Hope**

HOPE
Hypothermia Outcome Prediction after ECLS

FOCUS PC, Hipotermia & Avalanchas

- Considerar si :
  - **vías aéreas libres ET T°<30 y/o tiempo de sepultamiento > 60min**

HIGH ALTITUDE MEDICINE & BIOLOGY
Volume 15, Number 4, 2014
© Mary Ann Liebert, Inc.
DOI: 10.1089/ham.2014.1066

Is Extracorporeal Rewarming Indicated in Avalanche Victims with Unwitnessed Hypothermic Cardiorespiratory Arrest?

Peter Mair, MD,[1] Hermann Brugger, MD,[2] Birgit Mair, MD,[1] Luca Moroder, MD,[1] and Elfriede Ruttmann, MD[3]

Contents lists available at ScienceDirect
Resuscitation
journal homepage: www.elsevier.com/locate/resuscitation

Clinical paper

Outcome after severe accidental hypothermia in the French Alps: A 10-year review☆

Guillaume Debaty[a,b,*], Ibrahim Moustapha[b], Pierre Bouzat[c,d,e], Maxime Maignan[a,b], Marc Blancher[b], Amandine Rallo[b], Julien Brun[c], Olivier Chavanon[f,g], Vincent Danel[b], Françoise Carpentier[b], Jean-François Payen[c,d,e], Raphaël Briot[a,b]

Contents lists available at ScienceDirect
Resuscitation
journal homepage: www.elsevier.com/locate/resuscitation

Clinical paper

Survival after avalanche-induced cardiac arrest☆

Yvonnick Boué[a,b,c], Jean-François Payen[a,b,c], Julien Brun[a], Sébastien Thomas[a], Albrice Levrat[d], Marc Blancher[e], Guillaume Debaty[e], Pierre Bouzat[a,b,c,*]

Available online at www.sciencedirect.com
Resuscitation
journal homepage: www.elsevier.com/locate/resuscitation

Clinical paper

Survival probability in avalanche victims with long burial (≥60 min): A retrospective study

David Eidenbenz[a], Frank Techel[b], Alexandre Kottmann[c], Valentin Rousson[d], Pierre-Nicolas Carron[a], Roland Albrecht[e], Mathieu Pasquier[a,]*

En la literatura : **supervivencia rarísima** de víctimas encontradas en PC « hipotérmico » tras avalancha (1 caso descrito con CPC 1 o 2 en 1982)

PERO :

Rescue collapse?

Bradicardia extrema?

FOCUS PC, Hipotermia & Avalanchas

J Physiol 602.21 (2024) pp 5785–5800 5785

REVIEW-SYMPOSIUM

Avalanche burial pathophysiology – a unique combination of hypoxia, hypercapnia and hypothermia

Giacomo Strapazzon[1,2], Anna Taboni[1], Erik Sveberg Dietrichs[3], Andrew M. Luks[4] and Hermann Brugger[1]

- Dogma clásico : « Nadie está muerta, hasta que este caliente e muerto », menos verificable en avalanchas

- Muerte por causas entrelazadas durante prolongado en avalacha: **hipotermia + hipoxia + hipercapnia**

- Cuidado con el RESCUE COLLAPSE ++

RECOMENDACIONES +++

Hipotermia?

Electrical heart activity recorded during prolonged avalanche burial. Strapazzon G, et al. Circulation. 2012

Hipercapnia ?

A critically prolonged avalanche burial with recorded cardiac electrical activity and complete recovery - a case report. Bracco C et al. Scand J Trauma Resusc Emerg Med. 2024

e

ASFIXIA

Electrical cardiac activity in an avalanche victim dying of asphyxia. Heschl et al. Resuscitation, 2013.

FOCUS Organización

Reanimación cardiopulmonar durante un rescate en helicóptero

Nicolas Segond

Masaje cardíaco manual vs mecánico

Cochrane Library

Cochrane Database of Systematic Reviews

Mechanical versus manual chest compressions for cardiac arrest (Review)

Wang PL, Brooks SC

No hay diferencia entre las compresiones manuales y mecánicas.

« Las compresiones mecánicas son una alternativa si no se pueden realizar compresiones manuales de alta calidad o si representan un peligro para el socorrista. »

¿Masaje cardíaco en la montaña?

Egger *et al. Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine* (2020) 28:19
https://doi.org/10.1186/s13049-020-0717-0

Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine

ORIGINAL RESEARCH Open Access

Influence of physical strain at high altitude on the quality of cardiopulmonary resuscitation

Alexander Egger[1,2], Maximilian Niederer[1,3], Katharina Tscherny[3], Josef Burger[1,4], Verena Fuhrmann[3], Calvin Kienbacher[3], Dominik Roth[3*], Wolfgang Schreiber[3] and Harald Herkner[3]

¿Masaje cardíaco en la montaña?

Table 1 Demographics of study subjects

	Total (***n*** = 20)
Age (years) (mean, SD)	38 (12)
Height (cm) (mean, SD)	178 (6)
Weight (kg) (mean, SD)	74 (8)
BMI (kg/m^2) (mean, SD)	23 (2)
Smoker (%)	2 (10%)
FFB Mot (mean, SD), max. 5	
Strength	5 (0)
Endurance	5 (1)
Agility	5 (0)
Coordination	5 (0)
Backpack weight (kg) (median, IQR)	10 (3)
Ascent time (minutes) (min to max, mean, SD)	104 to 246, 178 (40)

BMI Body mass index

20 socorristas

1200 vs 3454 m de altitud

¿Masaje cardíaco en la montaña?

Fig. 1 Mean compression depth at baseline and high altitude

¿Masaje cardíaco en la montaña?

Table 2 Main results

	Baseline	High altitude	Difference (with 95% CI)	*p*-value
Compression depth (cm, mean, SD)	5.4 (1.6)	4.3 (0.9)	−1.0 (−1.3 to −0.5)	< 0.001
Compression frequency (pm, mean, SD)	120 (37)	123 (11)	3 (−4 to 10)	0.36
Compressions in target depth (%, mean, SD)	72 (31)	17 (34)	−55 (−82 to −29)	< 0.001
Hands-off time (s, mean, SD)	201 (63)	189 (20)	−13 (−27 to 2)	0.09
Duration of release phase (ms, mean, SD)	414 (132)	339 (82)	−75 (−101 to − 48)	< 0.001
Proportion of time performing chest compressions (%, mean, SD)	79 (23)	80 (2)	1 (− 6 to 3)	0.20

→ **El esfuerzo físico durante un escenario realista de misión de rescate alpino a gran altitud provocó una reducción significativa en la calidad de la reanimación.**

Las guías de reanimación desarrolladas a nivel del mar no son directamente aplicables en el terreno montañoso.

¿Masaje cardíaco en la montaña?

Journal of the American Heart Association

ORIGINAL RESEARCH

Effect of Acute Exposure to Altitude on the Quality of Chest Compression-Only Cardiopulmonary Resuscitation in Helicopter Emergency Medical Services Personnel: A Randomized, Controlled, Single-Blind Crossover Trial

Anna Vögele, MD;* Michiel Jan van Veelen, MD;* Tomas Dal Cappello, MSc; Marika Falla, MD, PhD; Giada Nicoletto, MD; Alexander Dejaco, MD, PhD; Martin Palma, MSc; Katharina Hüfner, MD; Hermann Brugger, MD; Giacomo Strapazzon, MD, PhD

¿Masaje cardíaco en la montaña?

Figure 1. **Setup of manikins and walking routes in the hypobaric chamber (A) and scheme of the hypobaric chamber and of the control room with the main physiological parameters monitored (B).**
HR, heart rate; RR, respiratory rate; and SpO_2, oxygen saturation.

Figure 2. **Study design.**

¿Masaje cardíaco en la montaña?

Figure 3. Interaction effect of timepoint (represented by the 30-second period) with altitude on depth (A) and rate (B) of chest compressions.
Black circles represent estimated means by generalized estimating equations for 200 m, red circles for 3000 m, and blue circles for 5000 m. Grey dashed lines indicate the guidelines' limits and error bars represent 95% CI of the estimated mean.

¿Qué dispositivo de compresiones mecánicas es adecuado para la montaña?

Alexander *et al. Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine* (2021) 29:84
https://doi.org/10.1186/s13049-021-00899-x

Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine

ORIGINAL RESEARCH Open Access

Comparison of different mechanical chest compression devices in the alpine rescue setting: a randomized triple crossover experiment

Egger Alexander[1,2], Tscherny Katharina[2,3], Fuhrmann Verena[3], Grafeneder Jürgen[3,4], Niederer Maximilian[1,3], Kienbacher Calvin[3], Schachner Andreas[2], Schreiber Wolfgang[3], Herkner Harald[3] and Roth Dominik[3*]

¿Qué dispositivo de compresiones mecánicas es adecuado para la montaña?

Fig. 2 Devices used in the study: Corpuls CPR (left), Schiller Easy Pulse (middle), PhysioControl LUCAS 3 (right)

¿Qué dispositivo de compresiones mecánicas es adecuado para la montaña?

Fig. 3 Main outcome (performed work) by device

Table 1 Technical data of chest compression devices

	Corpuls CPR	Schiller Easy Pulse	PhysioControl LUCAS 3	ZOLL AutoPulse
Weight (device)	5.5 kg	3.5 kg	8 kg	10.6 kg
Weight (including manikin)	29.5 kg	27.5 kg	32 kg	34.6 kg
Width	43 cm	up to 40 cm	52 cm	44.7 cm
Compressions per minute	80 to 120/min	100/min	102 ± 2/min	80 ± 5/min
Battery capacity	90 min	45 min	45 min	30 min
Temperature range	−20 to 45 °C	-20 to 40 °C	-20 to 40 °C	0 to 40 °C
Fits into Tyromont rescuebag	+	+	+	Not tested
Fits into Tyromont alpine stretcher	+ (with scoopboard)	+	+	Not tested

¿Qué dispositivo de compresiones mecánicas es adecuado para la montaña?

¿Es posible utilizar estos dispositivos durante un izado?

Ningún estudio, ni case report publicado sobre el uso de un masaje cardíaco mecánico durante un izado.

Aucune étude, aucun case report publié sur l’utilisation d’un massage cardiaque mécanique durant un treuillage.

Los resultados presentados son preliminares, aún no publicados y, por lo tanto, confidenciales.

Les résultats présentés sont préliminaires, non encore publiés, et donc confidentiels.

¿Cuáles son los riesgos de un izado con una tabla de masaje?

- **No hay una normativa a nivel aeronáutico (en Francia).**
- Riesgo importante de autorrotación.
- No hay un protocolo de implementación.
- El equilibrio entre el beneficio para el paciente y el riesgo para el equipo de rescate no está demostrado.

- **Pas de norme au niveau aéronautique (en France)**
- Risque important d'autogiration
- Pas de protocole d'implémentation
- La balance bénéfice pour le patient / risque pour l'équipe de secours n'est pas démontrée

Estudio en curso en Grenoble.

- Colaboración entre el CHU de Grenoble, la Seguridad Civil, Stryker, el PGHM y la CRS.

Objetivos:

- Comparar el masaje cardíaco manual y mecánico durante el izado.
- Cuantificar el no-flow ocasionado por el tiempo de izado.
- Evaluar la seguridad del uso de la tabla de masaje durante el izado.
- Estandarizar el procedimiento.

Estudio en curso en Grenoble.

Maniquí y software dedicado (Laerdal).

Estudio en curso en Grenoble.

Validación de la colocación del dispositivo LUCAS en la pértiga.

Estudio en curso en Grenoble.

Uso sistemático de la cuerda antirrotación para evitar cualquier riesgo de giro.

Estudio en curso en Grenoble.

No-flow durante el izado sin tabla de masaje :
2 minutos
(en promedio)

Estudio en curso en Grenoble.

Resultados disponibles en 2025.

Résultats disponibles en 2025

Take home messages

- El uso de un dispositivo de compresiones mecánicas parece indispensable para el rescate en montaña (equipo reducido, altitud, transporte del paciente).

- La relación beneficio/riesgo del uso de un dispositivo de compresiones mecánicas durante un izado aún debe ser validada a nivel médico y aeronáutico.

- L'utilisation d'un dispositif de compressions mécaniques semble indispensable pour le secours en montagne (équipe restreinte, altitude, transport du patient).

- Le rapport bénéfice/risque de l'utilisation d'un dispositif de compressions mécaniques durant un treuillage doit encore validé au niveau médical et aéronautique.

Merci
Gracias