



THE INTERNATIONAL MOUNTAINEERING AND CLIMBING
FEDERATION

UNION INTERNATIONALE DES ASSOCIATIONS D'ALPINISME

Office: Monbijoustrasse 61 • Postfach
CH-3000 Berne 23 • SWITZERLAND
Tel.: +41 (0)31 3701828 • Fax: +41 (0)31 3701838
e-mail: office@uiaa.ch

CONSENSUS STATEMENT OF THE UIAA MEDICAL COMMISSION

VOL:21

People with Pre-existing Cardiovascular Conditions Going to the Mountain

Intended for Doctors, Interested Non-Medical Persons
and Trekking or Expedition Operators

E.Donegani, D.Hillebrandt, J.Windsor, T.Kuepper, U.Giesler,
G.Rodway
2012

国際山岳連合医療部会 (UIAA MedCom)

公認基準 その21

「心血管系の病気を持つ人が登山をする場合」

医師、及び、関心がある非医療関係者、トレッキングやエクスペディション登山の企画者向け

E.ドネガニ、D.ヒルブランド、J.ウインザー、T.キューパー、U.ギースラー
G.ロドウェイ
2012年

翻訳

日本山岳協会医科学委員 堀井昌子 上小牧憲寛

Translated by M.Horii MD, PhD. N. Kamikomaki MD, PhD
2013

目 次

1	はじめに	頁
1.1	理論的根拠	4
1.2	疫学的データ	4
2	高所環境が心血管系に及ぼす影響	
2.1	高所環境の特性	5
2.2	心血管系の生理学的順応	5
2.3	高所における心血管系イベントのリスク	6
3	心血管系の健康状態	
3.1	心臓突然死	6
3.1.1	総論	
3.1.2	心臓突然死の危険因子	
3.1.3	心臓突然死の心理学・生理学的側面	
3.1.4	心臓突然死を減らすあるいは防ぐための勧告	
3.2	冠動脈疾患	8
3.2.1	総論	
3.2.2	冠動脈疾患の危険因子	
3.2.3	一般的な勧告	
3.2.4	手術を受けた冠動脈疾患患者	
3.2.5	薬物治療と冠動脈疾患	
3.3	うっ血性心不全	12
3.3.1	総論	
3.3.2	予防及び治療	
3.4	高血圧症	13
3.4.1	総論	
3.4.2	高血圧症の生理病理学	
3.4.3	リスク評価	
3.4.4	実践的な勧告	
3.5	不整脈	15
3.5.1	総論	
3.5.2	リスク評価	
3.5.3	実践的な勧告	
3.6	心臓弁膜症	16
3.6.1	総論	

3.6.2	リスク評価	
3.6.3	個別の勧告	
3.7	肺高血圧症	18
3.7.1	総論	
3.7.2	リスク評価	
3.7.3	個別の勧告	
3.8	先天性心疾患	19
3.8.1	総論	
3.8.2	リスク評価	
3.8.3	個別の勧告	
3.8.4	高所における卵円孔開存	
4	高所における心電図	
4.1	総論	20
4.2	心拍数	21
4.3	リズム	
4.4	波形	
5	心臓移植患者	
5.1	総論	21
5.2	移植心の生理学	22
5.3	一般的な勧告	22
5.4	免疫抑制	23
6	高所旅行前の予防的戦略	
6.1	低酸素室における事前の順応	24
6.2	心血管疾患患者の急性高山病を予防するための薬物治療	24
6.2.1	アセタゾラミド (“ダイアモックス”)	
6.2.2	ニフェジピン	
6.2.3	シルденаフィル (“バイアグラ”)、タダラフィル (“シアリス”)	
6.2.4	サルメテロール	
6.3	必要不可欠な一般的勧告および禁忌	25
6.4	特殊な心血管系の問題を持つ人への予防的勧告	26
6.5	心血管系疾患患者の高所曝露前評価 ([7] より改変)	26
6.6	患者に対するチェックリスト ([15] より改変)	27
7	引用文献	27-31

1 はじめに

1.1 理論的根拠

世界の山岳地帯は面積にして4千万平方キロメートル、地表のおよそ27%を占めている。そして、2,500メートルより高いところで3,800万人が一生暮らし、毎年一億人の人が仕事あるいは娯楽の目的でこの山岳地帯を訪れていると推定される。

山は本来危険なところである。登山活動は特定の環境、すなわち大気圧の低下とそれによってもたらされる低酸素、低温に太陽放射と風速の増加が加わって、主に呼吸器、心血管系、神経内分泌系、腎に影響を与える、一連の重要な生理反応を引き起こす特定の環境下での、非常に骨が折れる運動である。その結果、危険性のある人に重大な身体的問題をもたらす。これらの生理学的変化が心肺機能に影響を及ぼす高度は、個人差はあるものの、典型的には2,500メートルを超えると有意な変化が起り始める。

大気圧の低下に直面することにもなう課題がいくつかあるにもかかわらず、規則正しい肉体的活動と、一定の条件下で2,500メートルまでの中等度の標高にさらされることによって、健康と長寿がもたらされるのかもしれない。心血管系の疾患をもつ人が高所に行くことの是非に関する文献は多いとは言えない。滞在高度、活動内容、罹患している疾患の性格や、その人の全身状態などを勘案して決めるべきであろう。

1.2 疫学的データ

心血管疾患（CVDs）は世界的に死因の大きな原因の一つである。多くの人が毎年CVDsで死亡する。米国における2007年のCVDsによる死亡率は全死亡の33.6%、言い換えれば2.9人に1人はCVDsにより死亡している。

心血管疾患は心臓および血管の疾患群で以下のものが含まれる。

- ・ 冠動脈疾患 — 心筋に血液を供給する血管の疾患
- ・ 脳血管疾患 — 脳に血液を供給する血管の疾患
- ・ 心臓弁膜症 — リウマチ熱、細菌感染あるいは変性過程（虚血、硬化、粘液腫）によって心臓の弁膜が障害を受けたもの
- ・ 先天性心疾患 — 生下時に存在した心臓の奇形
- ・ うっ血性心不全 — 原因は様々であるが身体の需要に相応した血液の供給を心臓ができなくなった状態

心臓発作および脳卒中は、通常、心臓や脳に流入する血液が遮断されることによって起こるもので、心臓や脳に分布している血管の内膜に沈着した脂肪が原因であることが多い。脳卒中は脳内の血管が破れて出血したり、あるいは血塊が詰まって起こる場合もある。近年は輸送システムが発達したため高所に到達することが非常に容易となった。登山は親しみやすいスポーツであるから、心血管疾患を持っている人が高所旅行をしている割合は一般人口における割合と同等と推察される。したがって、高所には健康で体調良好な人た

ちだけでなく心血管疾患を持っている人たちも増えていることを認識しなければならない。オーストリアアルプスにおいてハイカーとスキーヤーを対象に調査した結果、心血管疾患（冠動脈疾患で心筋梗塞を起こした場合と起こしていない場合、高血圧症、そして不整脈）のうち少なくとも一つを、ハイカーの 12.7%、スキーヤーの 11.2%が持っていたという。高血圧症は最も頻度が高く、スキーヤーの 70.9%、ハイカーの 68.1% にみられた。心血管疾患を持つ人は加齢とともに増え、女性より男性に多かった。年間にいわゆる心血管疾患ありとされる 400~500 万人の人がアルプスで活動していると仮定するならば、半数の人は心血管疾患の重大な危険因子をもっていると言えよう。すなわち、相当数の心事故が山の中で起こることは避けられないことである。

2 高所環境が心血管系におよぼす影響

2.1 高所環境の特性

高度が上がると大気圧は下がる。その結果、有効な酸素分圧は高度上昇に伴って減少する。「高所」の定義は様々である。Rimoldi とその共同研究者によれば、ヒトが高度を上げていって、その動脈血酸素飽和度が 90% 以下となったところと定義される [7]。そしてこの数字は中等度の緯度ではおよそ 2,500m に相当する。この高度以上では、低酸素によって肺と心血管系の一連の適合が始まり、さまざまな器官の十分な酸素化を維持しようとする [7]。

2.2 心血管系システムの生理学的順応

心臓での適応の結果、心拍数、心収縮力、心拍出量の増加がおこる。これら適応の直接の結果として心筋に対する負荷と酸素需要の増加がおこる。この需要増加に応えるために心筋は冠動脈を拡張させて専ら血流の増加を図らなければならないのである。なぜなら平地においてすでに冠動脈の酸素抽出量は非常に高いからである [8]。血管のレベルでは高所滞在に伴う低酸素血症が肺動脈を収縮させ、末梢および脳動脈を拡張させる [7]。肺の血管のパターンは基本的には長期あるいは終生の高所滞在であっても変わらないのである [8]。しかしながら低酸素による血管拡張が低減し、副腎髄質の反応が増強することが全身の血管抵抗および体血圧上昇をもたらす。これは非常に急速で、かつ機序は不明である [9]。高所に到達すると数日後に心血管系システムの興奮は最大となるが、続いて起こる呼吸器系、血液系、筋肉の順応によって有益な効果をもたらされ、あらたに安定した状態が確立される [7]。

数日間かかる順応の後に心拍出量は正常に戻るが心拍数は増加したままで、従って一回拍出量は減少する。収縮能は当初維持されるかあるいはわずかに低下し、拡張期充満パターンは変化するが、心室の機能は維持される [8] [9]。急性暴露、慢性暴露にかかわらず、高所における運動と肺動脈圧の上昇は相関する [8]。仕事量、心拍出量、酸素摂取量の間は維持されるが、最大酸素消費量は減少し、それにともない最大心拍出量も低下する。そ

の低下は低酸素暴露急性期には最小限だが、順応が達成されるともっと低下する[9]。酸素レベルが変化する高所において酸素の恒常性を保つために、人体は酸素の供給を増やす遺伝子を活性化するスイッチを入れて低酸素に応答することが可能である。

低酸素によって誘導される因子（HIFs）は酸素に制御される転写因子で、この低酸素に対する反応の中心である。HIFsは低酸素に反応するこれらの、または他の根本的な遺伝子を直接スイッチオンするマスタースイッチである。HIFsはHIFアルファサブユニットとHIFベータサブユニットというダイマーからなり、前者は酸素レベルによって調節されるが、後者は低酸素によって調節されない。

例えばエリスロポエチン（Epo）の遺伝子は赤血球産生を増加させ、血管内膜成長因子（VEGF）の遺伝子は血管を刺激して発育させ、他の遺伝子は酸化的リン酸化の過程を経ずに糖の輸送および解糖を増加させる。正常酸素下ではHIFs蛋白は転写を抑制され、結果的にそれらの遺伝子も基本的に不活性化されている [10]。

高所暴露を反復するうちにあらわれる心血管系の反応の個人差は小さいが、これらのHIFsをはじめとする遺伝子の反応には大きな個人差があり、高所暴露の経験がない場合、高所で気分良く過ごすことができるか否かを予想することは非常に難しい。これらの順応反応の個人差は、低温、乾燥、運動、精神的ストレスといった環境的・身体的要素によってしばしば増幅されるかもしれない。

高所暴露は健康人には何ら心筋虚血のリスクをもたらさない。しかし、心血管系の既往を持つ人にはそれが起こる可能性が大きいことを考慮しなければならない [8]。

2.3 高所における心血管系イベントのリスク

山岳における死亡は外傷、高山病、凍傷、雪崩による埋没などによるものが最も多いが一方、かなりの数の突然死が起こっている [1]。突然死は心疾患において最も一般的な致命的事象である。心臓突然死（SCD）は山岳環境におけるかなりの数の死亡の原因となっている [11]。心疾患による死亡を減らすためには、冠動脈疾患の危険因子を持つ人に対するのと同様、心疾患を持つ人に対する提言を作成することに焦点を置く必要がある。

3 心血管系の健康状態

3.1 心臓突然死

3.1.1 総論

心臓突然死（SCD）は“心臓に起因する予期せざる自然死で、過去に致命的な状況のなかった人が症状発現から多くは1時間以内という短時間内に死に至るもの”と定義されている。心臓突然死の原因は30歳までは冠動脈の奇形、原発性電気生理学的異常、肥大型心筋症や不整脈源性心筋症である。一方、高齢者の突然死の大部分は冠動脈疾患によって引き起こされている。さらに三番目のグループとして、若年者にも高齢者にも突然死を引き起こすものに未知の大動脈弁狭窄症、急性心筋炎がある。

心臓突然死はスキーヤーの突然死の 52%、ハイカーの突然死の 30%に上る [11]。ヨーロッパアルプスにおける調査によれば心臓突然死の 90-95% は男性で、かつ、34 歳を超えると急速に増加しているという [1]、[2]。

全突然死の危険性と比較して、登山活動中の突然死の発生が際立って多い。活動中の発生はハイキングで 4.3 倍、スキーでは 2.1 倍である。しかしこれは男性の場合であり、女性、特に定期的に運動をしていない女性の場合は増加がみられないという [11]、[12]。通常とは異なる運動、高所のストレスが突然死のリスクを高めていることが示唆される。しかし、低酸素自体がこの危険性にどの程度関与しているかは不明である [12]。

3.1.2 心臓突然死のリスクファクター

ある疫学的研究によれば山岳環境における心臓突然死のリスクは

- ・ 高所に至った最初の日
- ・ 遅い午前
- ・ いつもと違う運動をしているときあるいはその直後
- ・ 心臓の危険因子を持っている人
- ・ 不安、睡眠不足、感染症に罹患しているとき、食事摂取が不適切な時、炭水化物の蓄えが涸渇した時、脱水などによる生理的ストレスがあるとき [2]、[10]。

心臓突然死を起こした人の中には、心筋梗塞の既往や高血圧症、心筋梗塞を起こしていないが冠動脈疾患を指摘されていた人たちが多い [11]、[12]。

規則的な運動をする人のみが、過激な運動による心臓突然死のリスクから身を守ることができるのである。生命を脅かす心イベントが運動中に発生する相対的リスクは座業をする人の 150 人にみられ、規則的に有酸素運動をおこなっていた人はこのうち僅か 5 人であったという報告がある [1]。

3.1.3 心臓突然死の精神生理学

心筋虚血、冠動脈攣縮、アテロームの破裂あるいはびらんなどが山岳環境において心臓突然死をひきおこすと考えられている [10]。激しい運動は自律神経系に重大な影響を及ぼし、その結果、心筋が電氣的に不安定な状態となって致死的な心室性不整脈が惹起されやすい状況になるとされている [1]、[2]。加えて高度や気温の大きな変動といったストレスもまた心臓突然死の大きな要因である [2]。

3.1.4 心臓突然死を減らすあるいは防ぐための勧告

高所に到達した最初の日には体を休ませて翌日から徐々に活動を増やし、定期的にエネルギーや水分を摂取するという行動パターンが心臓突然死を防ぐという。相対的に高レベルの健康状態も安全な登山に不可欠なものである [2]。

運動習慣は基本的には副交感神経の緊張を高め、電氣的な安定をもたらすが、これのみな

らず、冠動脈疾患の進展を防ぎ交感神経活動の急速な上昇によって破綻をきたすようなブレークの形成を防ぐとされている [1]。

残念ながら、山に向かうのは座業に従事する人に多く、また冠動脈疾患になりやすい傾向がある [6]。登山に参加しようとする人で、40 歳以上の運動不足の男性には事前に運動負荷試験や持久性トレーニングをおこなうことが推奨される [12]。このほかに、良好な高所順応をすること、その人の健康状態に見合った登山計画を立てることなどが心臓突然死を防ぐとされる [12]。

特別な勧告として冠動脈に問題のある場合 (3.2 を参照)、この病気の危険因子を持っている人に対して、治療可能な危険因子への治療、個人的身体トレーニングを予め行っておくこと、山中での行動上の注意点の把握などが勧められている。

しかし冠動脈疾患の危険因子だけを持つ人に対する指導はわかりにくい。American College of Cardiology および American College of Sports Medicine では、冠動脈疾患の危険因子を持っている人 (高コレステロール血症、高血圧症、喫煙、糖尿病、不適切な食習慣など) が運動をする場合にはトレーニングプログラムを充分工夫すべきであると推奨している [10]、[13]。

3.2 冠動脈疾患

3.2.1 総論

娯楽目的の登山者やスキーヤーにとっては、冠動脈疾患 (CAD) を持っている場合、高所に行くべきではないか否かということが問題となる。これに関してのエビデンスは非常に少ないのでリスクの程度は簡単には数量化が出来ない。到達した高さ、高所順応の状況、併存疾患、計画された余暇活動によって変わる [14]。

しかし、誰がどの程度の高度まで行くことが可能か、旅行前にどのような評価を行うべきか、どのような予防策や旅行中の追加の方策が必要か、高所でどの程度運動能力が変化するかなどという個人的な質問に答えることは極めて重要なことである [12]。

上に述べたように人が高所に達した時の心血管系の生理学的順応の目標とは、組織への最大の酸素供給を確保することである。通常、冠動脈の酸素抽出量は非常に多いので、健常人の場合、低酸素になった心筋は酸素供給の増加に頼らなければならない。そこで心表面の動脈の拡張によって心筋の血流増加が図られるのである [8]。

3.2.2 冠動脈疾患患者の高所における危険因子

冠動脈疾患を持つ人が高所に行く場合は、わけても運動中の重篤な心臓発作を避けるべく心筋に十分な酸素が供給されるかどうか問題となる。

理論的には高所に登ることは酸素の需要と供給の間に不均衡を生じた結果、虚血のリスクは増加する可能性がある。アテローム変化が進行した動脈は低酸素下では拡張することができないからである [7]。

急性低酸素、身体活動と脱水が交感神経系の活性を高める結果、広範囲の血管収縮をきたし、心拍数、血圧、心拍出量が増加する。その結果、心臓の仕事量および酸素需要の増加は高所に暴露された最初の数日は最大となり [8]、[15] 心筋虚血のリスクはさらに大きくなる [9]。冠動脈疾患を持つ人は心臓への酸素供給を代償する能力が著名に低下している。病的な血管はその内膜の血管運動の調整が障害され、したがって、換気増大によるアルカローシスおよび交感神経活動による冠動脈収縮が心筋の血流を減少させる [7]、[15]、[16]、[17]、[18]。寒冷という環境では熱産生が必要であり、このことが心血管系にさらに過大な要求を求める [9]。

2,500メートルから3,454メートルまでの高度において順応していない冠動脈疾患患者に関する系統的な研究はこれまでに僅かしかおこなわれていない [9]、[12]、[17]、[18]。

これらの結果では、冠動脈疾患を持つ人は病気が安定していて左室機能が保たれていてかつ、正常よりも高い運動能力を持っている場合を除いては 3,500 メートルの高度に登るべきではないことが示唆されている。冠動脈疾患患者は 4,500 メートルより高い所に行くべきではない。なぜならこの高度が著しい低酸素状態であるから。

冠動脈疾患の患者は高所というところは医療の支援を受けるには地理的に隔絶したところと認識しなければならないのである。さらに、もし撤退をすることとなっても救助者が危険にさらされることを考慮しなければならない。

3.2.2.1 高所における血栓症のリスク

4,000メートル以下の高度では、血栓形成傾向を持っていない人であれば血栓塞栓症を発症するリスクは多くはない [19]。4,000メートル以上の高所で、血栓形成傾向が低酸素によって高まるというデータも得られていない [12]。4,559メートルの高度では低酸素が血小板の活性化に影響することが報告されている [20]。一方、これより低い高度では血小板が癒合あるいは凝集を起こすか否か論争となっている [12]。冠動脈疾患の患者は通常抗血小板薬を服用しているので、血小板の活性化はあまり問題にならない [12]。

3.2.3 一般的な勧告

冠動脈疾患患者にとって計画的かつ個々に決められた身体活動を行うことは有益である。Bethesda 会議（2005年）では冠動脈疾患患者が身体活動、場合によっては競争的なスポーツイベントへの参加を始めることと継続することの重要性が確認された [21]。身体的活動、とりわけ登山のような野外活動は冠動脈疾患患者にとって身体的適応のみならず生活の質の改善をももたらす。冠動脈疾患患者は海面レベルでの活動を伝統的に制限されていたが、そのような禁止的な対応は改められ、正常人同様にこれらの患者を高所へ案内することも可能となった。冠動脈疾患を持つ人が山で身体活動を行うことができるか否かは二つの要素、すなわち心血管系の状態と活動の性質によって決まる。心臓病専門医は冠動脈疾患患者の身体活動の生理学的特性、および個々の冠動脈疾患患者の肉体的能力を制限し

うる精神病理学的メカニズムを理解していなければならない。

さらに、冠動脈疾患患者の場合、身体活動の強度、持続時間、頻度が考慮されなければならない [21]。天候の状態、とりわけ寒冷は心臓のストレスを増強させる。

次に述べる要素、すなわち誘発テストによって引き起こされる虚血、左室収縮能、不整脈、有酸素能力、冠動脈の形態学的データなど、これらはすべて冠動脈疾患患者が高所で身体活動を行うときの中等度のリスクを評価するのに重要な指標となる [21]。加えてこれら患者は血圧のコントロールが良好であること、平地での運動負荷試験が陰性であること、重大な不整脈がないこと、そして換気やガス交換に影響を与えるような病気を持っていないことなどが要求される [9]。

安定している冠動脈疾患患者で、平地での身体活動制限を指示されていない、かつ残存する虚血を認めない人は 3,000 から 3,500 メートルの高度まで行ってもリスクの増加は最小限である [9]、[12]、[22]、[17]、[18]。安定している冠動脈疾患患者が 5,000 メートル以上の高所で安全に活動できたという個々の逸話的なケースは数多くあるものの、冠動脈疾患のある人がそのような高所へ登った際のリスクについての情報はない。

冠動脈疾患患者は医学的なケアと下山を要する不利益な心事故を起こす危険性が高くなる。すなわち、高所とは隔絶したところであり、緊急の場合救急隊の即座の出動を期待できないところであることを彼らは銘記すべきである。

3.2.3.1 旅行前の評価

冠動脈疾患の危険因子（家族歴、糖尿病、高血圧症、高コレステロール血症、肥満、喫煙）を持つ人、50 歳以上の男性、60 歳以上の女性は家庭医に評価してもらうことが推奨される。心血管系の危険因子を持つ中高年の男性、女性に運動負荷試験の実施を勧める者もいるが、このような試みに対する証拠は限られている [12]。

冠動脈疾患患者は山において行うことが予定されている活動に対する十分な運動能力を持っていなければならない。したがって、これらの患者には症状出現限界を知るための運動負荷試験が必須である。負荷試験陽性の場合にはさらに心筋虚血の確証を得る必要がある [12]。今のところ旅行前に低酸素下での負荷試験を行う必要はなさそうである [12]。労作性狭心症の患者は高所で症状が悪化する傾向がある。このような場合は高所への旅行は勧められない。しかし必要な場合は注意深く登高し、運動はできるだけ制限する必要がある [15]、[17]。

不安定狭心症および重篤な狭心症の場合、軽度の仕事量で心筋の虚血が明らかである場合、最近の急性冠症候群などの場合、登高は禁忌である [7]、[9]、[23]。また、急性心筋梗塞の発症から 6 ヶ月以内も登高は禁忌である。この期間以降は登高前に通常の運動負荷試験をおこなうべきであろう [23]。

3.2.3.2 旅行中の注意

先ず、ゆっくり登高することが勧められる。患者は順応期間として数日を予定するべきで身体活動を制限しなければならない [7]、[12]、[22]、[15]。

3,000 メートルを超える高度に一気に輸送する手段があっても使うべきではない [12]。2,000 メートルを超えたら宿泊高度は一晩につき平均 300 から 350 メートルを超えないように上げていくべきである [12]。冠動脈疾患患者は平地で運動をしている人でなければ、高所で運動を始めるべきではない [12]。もしも狭心症が登高により悪化した場合はベッドで横にして酸素吸入、狭心症に対する治療を行う。症状が持続するか悪化する場合は速やかに下山させる。高血圧症の既往があれば血圧測定を規則的に行い、必要に応じて降圧薬の投与を行う [12]。適切な栄養と水分の補給を常に行ってリスクを最小限にとどめるように心がけなければならない。

3.2.4 冠動脈疾患の手術を受けた患者

冠動脈疾患患者のうち冠動脈バイパス手術、あるいは冠動脈再建術を受け成功した人は少なくとも 6 ヶ月のあいだ症状がなく、かつ出発前の検査に異常がなければ 3,000 メートルまたはそれ以上の高所に行くことは可能である [18]。出発前の検査とは経胸壁心エコー図検査と症状出現限界を知るための運動負荷試験であり、ケースによってはスパイロエルゴメトリーや Holter 心電図検査も考慮する。高所暴露がバイパスの閉鎖やステントの再狭窄のリスクを高めるというエビデンスはない [22]、[15]。

3.2.5 薬物治療と冠動脈疾患

高所における薬物治療は平地での治療同様におこなうべきであろう。二種類またはそれ以上の抗血小板薬あるいは経口の抗凝固薬を服用している人は出血した場合に止血が難しいというリスクがあり、怪我をしやすい運動をしてはならないのである。この人たちは長期にわたって高所に滞在すること、ましてや人里離れたところに行くことは思い止まるべきである [7]、[12]。

アセタゾラミド（ダイアモックス）は長期間アスピリンを服用している患者は避けたほうがよい。アセタゾラミドの蛋白結合および腎からの分泌を減少させることにより、アスピリンはアセタゾラミドの排泄を阻害する結果、高度の代謝性アシドーシスを起こしてアスピリン中毒の危険が増大するからである [24]。

いくつかの試みで長時間持続カルシウムチャンネル拮抗薬（ニフェジピン）が安定している冠動脈疾患患者の高地肺水腫（HAPE）の治療に安全に使用されたことが実証されている [24]。もしも患者が既にカルシウムチャンネル拮抗薬を服用している場合はニフェジピンを使うことはできず、下山あるのみである。

硝酸塩を含む内服での治療をしている冠動脈疾患患者は HAPE の予防ということでシルデナフィルやタダラフィルを服用してならない。なぜならこの組み合わせは重大な血圧低下を引き起こすからである。亜硝酸剤を内服していない安定した冠動脈疾患患者は、タダラ

フィルを服用しても何ら問題がない。平地では重篤な心血管イベントのリスクは増大しないからである [24]。

メトプロロールやアテノロールといったベータ遮断薬を服用している患者は高所でのパフォーマンス発揮に限界を感じたことがあるであろう。これは最大心拍数の減少のみならず低酸素換気応答が鈍化した結果である [7]、[25]。血管収縮は凍傷のリスクをも増強させる。ネビヴォロール (Nebivolol : 新しい血管拡張性 β 遮断薬 ; 訳者註) は心筋への酸素運搬と症状出現限界時点での仕事量を増加させるので、その使用を考慮すべきである。

サルメテロールなどのベータ作動薬は HAPE の予防に使われている。しかし、既にベータ遮断薬を服用している人は避けなければならない [24]。

3.3 うっ血性心不全

3.3.1 総論

高所におけるうっ血性心不全 (CHF) の報告は非常に少ない [9]、[26]、[27]。しかし正常圧下低酸素状態におけるいくつかの研究は散見される [15]。3,000メートルの高度までは、1,000メートル毎に最大の仕事量が減少する割合は健常人の場合 3%であるのに対して重症のうっ血性心不全患者では 11%と大きい [9]。ただし、この研究は数時間に限った観察であるから順応の効果については不明である [15]。

軽症の左室機能不全の場合は、とりわけ高所暴露の最初の数日間は身体活動を制限してゆっくり登高すれば、3,000メートルまでは安全であるとされている [7]、[26]、[25]。しかし、これらうっ血性心不全の人が急性高山病または高所肺水腫にかかったら、心不全はさらに悪化することが観察されてきた [22]、[15]。

うっ血性心不全患者の場合は高所に向かう前に心エコー図検査と症状出現限界の運動負荷試験をおこなうべきである。さらにスパイロエルゴメトリーとホルター心電図検査を実施することが望ましい [7]。そのような患者が内科医の直接の監視のもとに、予想される高度に一致する低酸素に予め暴露することによって利益をこうむることはほとんどない。

いま生活している高度において、著明な機能低下があり (心エコー検査で左室駆出率 40%以下)、臨床的にも生化学検査上でも水分貯留の所見が認められるような心不全患者は高所に行くべきではない [7]。

3.3.2 予防および治療

うっ血性心不全患者に推奨することは平地の場合と同じである。すなわち、食塩摂取の制限、体重管理、水分貯留徴候 (末梢の浮腫、夜間多尿、起座呼吸) を認識すること、および定められた量の利尿剤を内服することに予め慣れておくことである [7]、[15]。激しい活動、乾燥、利尿薬使用、下痢などによる脱水は避けなければならない。もし脱水をきたしたら利尿薬の量を半分にするあるいは中止して水分の喪失をとりもどす。電解質のアンバランス、特に低カリウムは不整脈や突然死を誘発しかねない [7]。

水に溶かした塩やドライフルーツ（とりわけ、あんず、バナナなど）はこの問題解決に役に立つ。

アセタゾラミド（ダイアモックス）は利尿とともにカリウムを排泄するので他の利尿薬を投与されている場合は避ける必要がある [24]。

3.4 体動脈高血圧症

3.4.1 総論

北米やヨーロッパで成人の 28 から 44%の有病率であるとされる高血圧症（SHT）は極く普通にみられる医学所見であり、広い範囲の脈管疾患への罹患率を高めるものである [28]。

高所旅行者について高血圧症有病率の詳細なデータはないが、ある調査では 1,900mから 2,900mまでの高度に登った旅行者の 6~14%が体動脈高血圧患者であったとのことである [28]。この高い有病率にもかかわらず、これらの患者を指導する医師への情報は少ない。

3.4.2 体動脈高血圧症の生理学・病理学

高度が血圧におよぼす影響は多岐にわたり、個々人によって変化する。これらの影響は 3,000 メートルより下では臨床的に重要とは言えない [15]。しかしある人たちの中には高所で病理学的反応を起こし著明な血圧上昇をきたすことがある [15]、[28]。不幸にしてこのような人を事前に識別することは現時点では困難である [28]。

高所における主要な血圧決定要素は、低所でのものと同じである。すなわち心拍数や一回拍出量によって決まる心拍出量、全身の末梢抵抗そして中心静脈圧などである [7]。低酸素環境は末梢血管の拡張を引き起こすが、他方交感神経系を著しく活性化し心拍出量を増加させ体血管収縮を引き起こす。そのため高所に最初に到達して最初に起こる低酸素誘発性血管拡張は、数時間以内にその体血管収縮に凌駕される [7]、[8]。この血圧上昇の程度は高度、寒冷、食物、運動、遺伝的特徴などの要素によっている [15]。

高血圧患者においてはこの血圧上昇のメカニズムは、高血圧に関連する血管内皮機能不全が低酸素血管拡張を妨げ、交感神経性の血管収縮を促進する結果際立つのかもしれない [7]。

3.4.3 リスク評価

現在のところ、高所に暴露された体高血圧患者が、主要合併症（脳梗塞、急性心筋梗塞、頭蓋内出血）を起こす危険性がどの程度あるのかは知られていない [7]、[28]。山岳におけるハイキングとスキーの最中に体高血圧の患者は心突然死のリスクが増加するという研究がひとつだけある（34 歳以上のスキーをする男性で心突然死を起こした人は、正常血圧者が 17%なのに対し体高血圧の人が 50%を占めていた） [2]。高所において運動中の血圧を測定した研究では合併症は報告されていない[28]。さらに高血圧症があると高山病のリスクが増加するというエビデンスもない [28]。

3.4.4 実践的な勧告

データが少ないことからどのような人が高所で血圧が上昇するかを予測することは不可能である。しかし、コントロールされていない高血圧患者は治療によってコントロールされるまでは高所に向かうべきではない [9]。血圧が著明に上昇する可能性はあるが、コントロール良好の高血圧患者が高所に行くことは禁忌とは言えない [15]。患者は無論、決められた内服治療を続けなければならないし高所滞在が長引くときは合併症のリスクをモニターするために血圧測定をしなければならない。水銀を用いない血圧計は高所（4,370メートル）で使用可能である [15]。

内服調整は前もって計画しておくべきである。最初の戦略として、他の薬を加える前に服用中の降圧薬の増量を考慮する。現時点ではこのための特別な勧告を支持するエビデンスはない [28]。

症状を伴う高血圧の治療は極めて重要である。頭痛、視覚障害、息切れ、胸痛および精神状態の変化はすべてコントロールされていない高血圧の徴候かもしれない。たとえ症状がなくとも収縮期血圧が 200mmHg 以上、または拡張期血圧が 120mmHg 以上の場合は当然治療を要する [28]。そしてこれらのケースでは撤退を考えるべきである。高所で内服調整をした患者に対しては誰でも、下山したら処方計画を従来のものに戻すよう指導すべきである。

徐放性ニフェジピンはコントロールされていない高血圧症に有効な薬剤である。というのは抗高血圧作用のみならず肺動脈を拡張させる作用もあるため、HAPE を予防するからである [28]。降圧薬としてベータ遮断薬やアルファ遮断薬を服用している人がニフェジピンを投与された場合はこの組み合わせが低血圧を引き起こす可能性があるので注意しなければいけない [18]。この他のよく使われる降圧薬として、エビデンスはないが、ACE 阻害薬は逸話的ではあるが効果があるとされている [28]。

若年の高血圧症患者の場合、ベータ遮断薬は活動が増加した時に心拍数の増加を制限し、結果的に最大仕事量を制限し、暑熱や寒冷に反応して体温調節を行うことを妨げたりする [15]。これに対して高齢者の場合は、最大仕事量が酸素利用を増加させるので、ベータ遮断薬治療はメリットをもたらす。最も大きな効果はニフェジピンで認められ、それは血管拡張作用によるものである。

ある種のアルファ遮断薬（クロニジン）は呼吸抑制をきたすのでパフォーマンスを低下させるかもしれない [22]、[15]、[28]。またほかの論文によればアルファ・ベータ遮断薬（カルベジロール、ラベタロール）は心筋の特性を弱めることにより、また、クロニジンはその中枢作用により交感神経活動を低下させ高所における血圧を調整するのに特に役立つかもしれない [12]。

低血圧が進む場合は、高所に順応するとともに服薬を減らす必要が生じるかもしれない [23]。4,000メートルの高度では利尿薬は24時間で血漿容積を10%減少させる。したがっ

て利尿薬の投与を受けている患者は高所で量を減らすか中止する必要があるかもしれない。

3.5 不整脈

3.5.1 総論

現在のところ、心臓の電気伝導能力に及ぼす高所の影響についての知見は少ない。しかしながら、高所環境において心房性あるいは心室性の頻脈性不整脈は認められ、かつ生命を脅かす心イベントをもたらしてきたのである。

3.5.2 リスク評価

8,848 メートルに至る実際のあるいはシミュレーションされた高度での健常人の心電図上の変化は数多く記録されているが、それらの不整脈にどのように対処するかを決定するエビデンスはほとんどない [15]。高所は交感神経系の活性化によって心房性あるいは心室性の不整脈が出現しやすい環境であると言える [7]。加えて肺高血圧に伴う右室負荷の結果、不整脈を起こしやすい患者には、それが突然起こる可能性がある [9]。

健常人が高所に登った時に心房性あるいは心室性期外収縮が増えるという報告は多い。しかし、高所で増加をみた期外収縮は良性で生命を脅かす不整脈に結びつくものではないことが立証されている [12]。

残念ながら、重篤な不整脈の既往がある人を高所で検査したことはかつてないので、高所暴露がこれらの不整脈を悪化させるか否かについての情報はない [12]。しかし、高所で起こった不整脈は多くの心臓突然死を招いていると主張されてきた [2]。急いで高所に登ると心房細動や心房粗動の患者は頻脈となる [29]、[30]、[31]。これらの患者では増加した心拍数が左房内に存在する血栓を飛ばして動脈塞栓を引き起こすリスクを高めるかもしれない。これら患者に心エコー図検査による評価や経口的抗凝固治療（これらの患者には必要である）を行うことでこの問題は解決するかもしれない。

ペースメーカー（PM）の機能は高度 4,000 メートル相当までの低圧室で変化を認めなかった [7]、[14]。したがってペースメーカー装着患者は、心室の刺激閾値に影響を及ぼされることなく安全に 4,000 メートルの高所暴露をすることができる [29]。ペースメーカー機能が安定していれば高所に登る前に改めてペースメーカーチェックをする必要はない。心拍連動性のペースメーカーは高所において激しい活動に見合うペースメーカーリズムとなるので患者にとっては好ましい [7]。植込み型除細動器（ICD）を装着している患者の高所におけるデータはみられない [7]、[29]。

PM、ICD はいずれも高度 4,000 メートル相当までの大気圧までしか想定して作られていないから、それ以上高い所に行く場合は事前に製造メーカーに問い合わせたほうがよい。ペースメーカー装着患者は電解質のバランスを保つよう心がけるべきで、そうしないとペーシング不全が起りかねない [32]。もしもペースメーカー装着患者が遠征中に死亡した場合、火葬は勧められない。（訳者注；火葬中のペースメーカー爆発例の報告があるので、火葬を

行う場合は、事前に本体—ジェネレーターを取り出しておく必要がある)

3.5.3 実践的な勧告

高所における不整脈についてはエビデンスが少ないので、高所旅行を実行しようとする不整脈のある患者は心臓病専門医に個別のリスク評価について相談をし、治療の適応についても相談をしておく必要がある。

心房細動は発作性、慢性にかかわらず心拍数のコントロール（特に運動中の）が重要で、出発前に運動負荷試験かホルター心電図で確認しておいたほうがよい。心拍数は高所では増加するので、患者は心拍数をチェックし、心拍数のコントロールが悪い場合は心拍数を低下させる薬剤を使う指導を受けるべきである[7]。アラーム付きの心拍数モニター用の時計でその人の低酸素血症を生じる心拍閾値の70-80%にセットしておくとうよい。

コントロールされない心室性不整脈の患者は高所旅行は絶対禁忌である。心室性不整脈に対し最近6ヶ月以内にICD植込みを受けた人、心室性不整脈でICD植え込みをした人に、繰り返し放電やオーバーペースが起きた場合は、地理的に隔絶した地域や高所に旅行すべきではない[7]。

発作性上室性頻拍や心房粗動の人が隔絶した地域の高所に長期滞在する場合は、事前の高周波カテーテルアブレーションを勧める。高所ではこれら頻脈性不整脈の心拍数は血行力学的不安定、および結果的に生命を脅かす症状をもたらすかもしれない[7]。

山の中で生命を脅かす症状が起きたら、直ちに撤退し、かつ緊急の医療を行わなければならない。症状が軽ければ安静と水分補給、少量の食物の経口摂取で一日過ごしてもよい。その患者の心臓専門医が前もって内服薬を増量したり、新しい薬剤を追加することを話し合うべきである。アルコール、カフェイン、ニコチン、これらは全て不整脈の引き金となりうるものであるからご法度である。

3.6 心臓弁膜症

3.6.1 総論

原発性心臓弁膜症患者の高所暴露の影響に関する報告はみられない。本症の概説ではそれぞれの弁膜病変（僧帽弁か大動脈弁か、狭窄か逆流か）の生理病理学的詳細、あるいはこれら患者に高所で起こりうるリスクについて述べる必要はないと思われる。

3.6.2 リスク評価

一般的には心臓弁膜症患者の高所におけるリスクのほとんどは、心不全や肺高血圧症の項で述べたものと同じである。この患者に起こりうる問題は、罹患した弁の機能障害による圧負荷または容量負荷が悪化することに関連している[7]。高所に登って心拍数や心拍出量が増えると、その結果、弁狭窄は増悪する。全身の血管抵抗および血圧が上昇すると、以前からみられる大動脈弁閉鎖不全症や僧帽弁閉鎖不全症は増悪するかもしれないし、他

方上昇した肺動脈圧が肺動脈弁や三尖弁の閉鎖不全を悪化させるかもしれない。右室の圧負荷は心室中隔を左室側にシフトさせ、左室の形状や充満状況を変化させる結果、拡張不全が起こるかもしれない [7]。

思いもよらない大動脈弁狭窄症は比較的普通にみられるものである。もし運動負荷試験の際に収縮期血圧の十分な上昇がみられなければ（またはもっと悪化していれば低下するが）、あるいは、軽度の運動で呼吸困難が出現するような場合は、かなりの狭窄があると思ってよい。このような場合心エコー図検査をおこない、評価をして治療するまでは高所に行くてはならない。手術が必要であるかもしれないし、手術した上に患者は高所旅行の前に再評価を受ける必要がある。

弁の狭窄は循環血液量が減少すると悪化しがちである。従って、脱水は避けなければならないし、下痢や嘔吐をきたす状態であれば積極的に治療すべきである。人工弁を使用している患者では、生体弁より機械弁でより起り易いのだが、循環血液量の低下が血栓症のリスクを高める [7]。

このリスクは、高所で時にみかける、経口抗凝固薬の効果の変動に伴って悪化することがある。いくつかの論文が高所において凝固因子が変動することを示している [33]、[34]。ワーファリンの効果を高度が上がるに従って変化させる強力な機序がいくつかある。したがって、弁に血栓が付着するおそれがあるため、ワーファリンを INR (International Normalized Ratio) に従って服用している患者にとって高度上昇は危険因子である。このリスクは心房細動の患者の場合倍増する [33]。

3.6.3 個別の勧告

自覚症状がある、あるいは重症の弁膜疾患のある人は高所に行くことは禁忌である。それより軽症の心臓弁膜症の人は旅行前に運動負荷試験と安静時経胸壁心エコー図検査を受けることが推奨される。高所に着いたら、患者は激しい身体活動を控えるべきである [22]。高所到達後の数日間は少なくとも、水バランスの平衡および血圧のコントロールを良好に保つよう心がける [7]。新しく起こった不整脈、特に心房細動は重大事で下山が功を奏するものである。もし患者が予定の高度で安全に過ごすことができるかどうかという懸念があったら、医師の管理下で、その高度に相当する低圧低酸素環境を旅行前に体験することを勧める。

ワーファリン治療をしている人工弁置換術後患者は出血のリスクが大きいことを認識しなければならない。外傷のリスクが大きい活動は避けるべきである。登攀の際にヘルメットの使用が推奨される [22]。INR を自身でモニターできるよう指導してもらい、そのための機器を持参して内服量を調節することが推奨されるし、医師の助けが得られない場所で、自分で INR をモニターして経口抗凝固薬の量を決めることが可能であるべきである。予備の電池と機器を忘れずに携行するように [7]、[34]！

3.7 肺高血圧症

3.7.1 総論

肺動脈高血圧症（PHT）は平地における平均肺動脈圧が安静時 25mmHg 以上、運動時 30mmHg 以上と定義されている [35]。PHT は肺血管抵抗が様々な経過（特発性、心疾患、肺疾患、血栓塞栓症その他）を経て亢進した結果おこったものである。この人たちは旅行前の評価で肺高血圧症と診断されることもあるが、症状を伴わない場合もある。問題は高所に滞在しているあいだに厳しい合併症が起こることがある点にある。診断されていない肺高血圧症が山の中でパフォーマンスを低下させるとことがあるかもしれない。その診断がその患者の病歴から疑わしいと思ったら、心エコー図検査は肺動脈圧の測定法として非侵襲的で有用である [35]。PHT は高所での正常な生理学的反応である。それは低酸素性肺血管収縮の結果であり、低酸素にさらされると平地でその状態が再現されるのである。

3.7.2 リスク評価

PHT は HAPE、すなわち 2,500 メートルより高い所に至って 2-5 日後に起こる非心臓性の肺水腫に進展する疾患の重要な危険因子である [36]。肺高血圧の患者に高所で起こりうる他の合併症は右室機能低下である。それはガス交換を障害するとともに急性肺性心を引き起こし、心筋虚血に陥りやすくなる [7]。

卵円孔開存 PFO を持つ患者は肺動脈圧が高く右左短絡をきたす結果、高所で脳のイベントを起こす可能性がある（3.8.4 を参照） [7]、[30]。

患者が予定されている高度で安全に過ごせるか否かを懸念するならば、医師の管理のもと、その高度に相当する低圧室を体験させる必要がある。

メタボリック症候群や腹部の脂肪蓄積が多い患者は高所に行く前に睡眠検査を受けられるところで検査を受けるべきであろう。

3.7.3 特別な勧告

PHT のある人に対応するためエビデンスに基づいたガイドラインを用意することは、データが少ないので不可能である。以下の勧告はこの問題への実用的な取り組みである [35]。PHT と診断された人は旅行前に心エコー図検査で評価を受けるべきで、重症の場合（平地の平均肺動脈圧 35mmHg 以上、または収縮期圧 50mmHg 以上）はそこそこの高度でさえ滞在することは避けるべきである [22]、[35]。中等症の場合（中心肺動脈圧 35mmHg 以下、または収縮期圧 50mmHg 以下）は 3,000 メートル未満であれば安全であろう。またこの場合、予防的にニフェジピン 30mg を 1 日 2 回、またはタダラフィル 10mg を 1 日 2 回、滞在中に内服することを考慮すべきである。症状が悪化した場合、酸素投与は有効であると思われる [35]。

医療とは縁遠い隔絶された地域に旅行することは避けるべきである。低い高度でさえ順応に時間がかかる。ケーブルカーやエンジン付きの乗り物で短時間のうちに登ると急速に代

償不全を起こす [22]。身体活動は肺動脈圧を高めるので高所では制限しなければならない。携帯の酸素飽和度測定装置を手指に装着してモニタリングを行うべきである。症状を注意深く観察し、もし症状が悪化したり酸素飽和度が過度に低下したら直ちに下山の準備をするべきである [35]。低酸素に格別弱い PHT の患者は平地で低酸素室に入ると、そのことを確認できるであろう [35]。しかしながら、現時点では検査や管理に関する実施計画（プロトコル）はまだ考案されていない。

3.8 先天性心疾患

3.8.1 総論

通常、先天性心疾患（CHD）は単一か複合かの二つに分類される。単一の CHD は手術あるいはカテーテル治療によって治癒するが、複合の CHD の治療は一時しのぎのものに過ぎず治癒することは稀である。単一の CHD として例外はあるが心房中隔欠損症（ASD）、心室中隔欠損症（VSD）、大動脈開存症（PDA）、および肺動脈狭窄症が挙げられる。根治術可能な場合が多く、乳児期に手術すれば心機能が完全に正常化する。大動脈縮窄（AoCo）は明らかな圧格差が術後に残らなければこちらに分類される。複合の CHD グループには Fallot 四徴症（ToF）や大血管転位症のような解剖学的異常が含まれる。これらの場合は完全な解剖学的修復は不可能で、生理学的に正常に近い状態に修復するにとどまる。機能的に良好な結果が得られたとしても、心室肥大、弁狭窄、肺動脈の病理学的変化といった解剖学的機能障害は患者の身体能力を弱くする [37]。運動することは CHD 患者にとってリハビリテーションの不可欠な一部とされている。しかし、この特別な人たちに対する運動レベルは個々の機能的状態や不整脈惹起性リスクによって決めるべきである [37]。

3.8.2 リスク評価

低圧低酸素にさらされると低酸素性肺血管収縮が起こる。ある人たちにとってこの反応は増強して HAPE への進展をもたらす [8]、[9]、[15]、[38]。CHD 患者では低酸素に対する肺細動脈の血管収縮反応が増強しその結果、HAPE に進展しやすくなるかもしれない。ASD、VSD、PDA などの CHD では心臓の圧の高い左心系から圧の低い右心系へと血液が移動する短絡（シャント）が存在する。低圧低酸素にさらされると右心系の圧が高くなる結果、短絡は逆になり、血液は右から左へと移動することになる。このことで大量の酸素化されない血液が肺を迂回してしまうために体動脈内の酸素不飽和を引き起こすとされている [29]。

このリスクはよくは理解されていないし予測が困難である。ある人たちは効率よく活動することができるが、一方でほかの人たちは中等度の高度で HAPE や右心不全になってしまったりする。その他の症状として呼吸困難、活動できないもろさ、失神などがある [15]。手術を受けてその後に高所に行った CHD 患者のデータは残念ながらみられない。CHD を持つ患者の高所への出発前の評価として心エコー図検査と運動負荷試験を、できれば高所シ

ミュレータ (FiO₂ 12%) の中で行うことが望ましい。特殊なケースでは心臓の核磁気共鳴画像やホルター心電図検査も必要であろう。術後の大動脈縮窄症患者は 24 時間血圧モニターを装着して動き回ることが有用である [7]、[15]、[39]。

3.8.3 特別な勧告

チアノーゼがある複合の CHD を持つ人は高所に行くことは禁忌である [7]、[15]、[29]。それほど重症でない CHD の患者には、それにとまなう障害、その重症度や高所旅行計画に合わせて個別に指導をしなければならない [7]。

もし患者の強い要望があれば、2,000 から 2,500 メートルまでの短期間の乗り物による登高を考えてもよいであろう。しかし予め低酸素暴露による評価を行い、酸素を使用したり、ニフェジピン、タダラフィルのような肺血管拡張薬を予防的に内服したり緊急事態に備えて準備する必要がある [7]。CHD を持つ患者が山小屋に泊まる計画をたてたときは、少なくとも一晩、医師の管理下で常圧低酸素の中で睡眠をとることが望ましい。

3.8.4 高所における卵円孔開存

胎児期には心房中隔に小さい孔が開いており、その孔を通して血液は右心と左心の間を移動できる。この孔は卵円孔 (FO) と呼ばれている。出生後肺循環系の圧が下がって卵円孔は閉じる。解剖学的には健常人の 10-35% の人に FO 開存を認め、これは卵円孔開存 (PFO) として知られている。右心房圧が上昇すると、血液は PFO を通って左心房に流れる。これは脳塞栓発作 (ストローク) や高圧あるいは低圧に伴う偏頭痛の危険因子としてよく知られている [40]、[41]。

健常人を対象とした調査によると PFO を持っている人の方が健常人より HAPE にかかり易いことが示されている。酸素化されていない血液が左心房に流れ込んで高所性の低酸素血症をさらに悪化させ、肺の低酸素性血管収縮反応を促進する [42]、[43]、[44]。最近の研究では PFO を持つ人はこの低酸素状態に耐える登山者と比較すると 4-5 倍も HAPE になりやすことがわかったという。さらに、大きい PFO を持つ人は PFO が小さい人に比べると動脈の低酸素血症はより増徴されている [42]、[43]。単なる PFO の存在ではなくその大きさが HAPE へのなりやすさと医学的に関連があることが示唆される [44]。PFO の存在は経食道心エコー図検査で診断されるが、これは心臓と肺動脈の血流変化にともなって出現するものであるから、高所でのみ認められるものである。従って PFO を確定するより確実な方法は、平地において低酸素環境 (常圧低酸素下) での心エコー図検査をおこなうことである [41]。これらの知見があるにもかかわらず、無症候性 PFO の人は高所旅行は禁忌とするべきであるとするエビデンスはみられない [41]。

4 高所における心電図

4.1 総論

高所環境は高所に登るすべての人の心電図に重大な影響を及ぼす。健常人では心拍数、リズム、波形の変化は高所における順応の生理学的過程の結果である。

4.2 心拍数

高所における安静時または最大負荷以下の運動時の心拍数は交感神経活動が増大する結果増加する。5,000メートルを超える高度ではもっと増加する。安静時および最大負荷以下の運動時の心拍数は高所に至って数週間は増加したままである。身体活動が最大となったとき心拍数は減少する。これは副交感神経活動亢進によるもので、拡張期の延長とそれに伴う心室の充満時間延長および冠動脈の灌流時間延長という防衛のメカニズムが関与しているからであろうと推測されている [45]。

4.3 リズム

高所でリズム不整が起こるのは睡眠時に最も多い。周期性呼吸は無呼吸と過呼吸が周期的に起こって正常の睡眠を中断させるものであるが、この睡眠パターンの場合にリズム不整が起こる。過呼吸の時は心拍数が増えて頻脈に、無呼吸のあいだは徐脈になる。ホルター心電図では睡眠中にいろいろな種類の不整脈が記録される。洞停止、房室接合部調律と心室逸脱調律をとともなう著明な徐脈、房室解離、心室固有リズムなど。これらのリズム不整は、呼吸周期が無呼吸になっている時に低酸素が増悪して起こる心筋への血液灌流低下を改善しようとして副交感神経活動が亢進することで起こる。異所性心房性期外収縮は高所で最も多く報告される上室性不整脈である。心室性期外収縮、心室性二段脈のショートランなどの心室性不整脈もまた高所で広く報告されている [45]。

4.4 波形

心電図波形の変化は肺動脈圧の増加と一致して見られる傾向があり、右心房と右心室に電気生理学的変化をもたらす結果である。これらの所見は急速に現れ、高所にさらされているあいだ続いて、平地に戻るとすぐに正常に復すものである。

右軸偏位、右脚ブロック、P波やT波の電位の変化などが高所に登るとみられ、これらの変化は高所で右心に圧負荷がかかったためと説明することができる。健康な人には高所で虚血性変化がみられることは稀で、例えみられたとしても下山すれば直ちに正常に戻る [45]。

5 心臓移植患者

5.1 総論

心臓移植は末期の心不全患者か重篤な冠動脈疾患患者に行われる手術である。これは脳死の臓器提供者から動いている心臓を取り出して患者に移植をするもので、手術後の生存期間は現在、平均15年とされている。

世界中で年間 200 以上の病院で 3,500 の心臓が移植されている。そして、2009 年の報告によれば心臓移植の総数は 88,000 例を超えるという。

5.2 移植された心臓の生理学

健康な心臓は自律神経系から交感神経および副交感神経線維の分布を受けている。移植するにはこれらの線維を離断せざるを得ず、したがって脱神経された（神経支配の喪失）心臓が生まれる。移植された心臓の洞結節機能が回復すると、脱神経された心臓は速いレートで動く。これは洞結節固有の頻拍によって起こるものであり、また副交感神経系の調整がきかないことから起こるものである。移植された心臓はカテコラミンを放出する副腎髄質に依存している。このように、循環血液量減少、低酸素、貧血、運動などのストレスに対する反応は、カテコラミンが心臓に対して陽性の変時性効果を及ぼすまでに時間がかかるため遅れを生じる。

心臓の脱神経はいくつかの重要な臨床症状を発現させる。移植された心臓は安静時や運動時の心拍数の変動が緩慢である。移植された心臓は、交感神経の神経支配がないので、運動をして心拍数が増える前に静脈還流が増加しなければならない。結局、末梢を循環するカテコラミンが変時性のサポートをすることになる。冠動脈の血管調節も変化する。通常は静脈血の貯留に反応して起こる頻脈は移植を受けた人にはみられないが、このためこの人たちにはしばしば起立性低血圧が起る。ナトリウム排泄性のペプチドはこれらの患者では非常に濃度が高く、移植された心臓の容量負荷に対してその利尿効果と血管拡張作用により重要な役を果たす。心臓移植患者の肺動脈圧は術前の長期にわたる心臓病のために上昇しているであろうと思われる。

これらの問題があるために、患者の心機能、心仕事能力は低減されている。さらに、まず自律神経系に作用する薬（例えばアトロピン）は、脱神経された心臓に対しては効果が少ないかあるいは全く無効である。

5.3 一般的な勧告

現在のところ、心臓移植を受けた人が高所旅行を希望する場合のガイドライン作成のためのエビデンスはほとんどない。移植をした最初の年には拒絶反応のリスクが高い。患者は対拒絶反応治療により免疫が損なわれるので、遠隔地へ旅行すると重篤な感染症にかかりやすくなってしまう。一年が経過したら患者の心血管系や、腎機能、代謝障害の状況などの身体的要素、あるいは精神的要素に基づいて個別に勧告しなければならない。

高所暴露前には安静時と運動負荷時の心エコー図検査が、心機能の評価と肺動脈圧を評価するために必須である。肺動脈圧の亢進 (>40mmHg) を認める場合、高所旅行は禁忌である。運動負荷心電図、ホルター心電図検査は不整脈の確認のため、血圧測定はストレスの影響を評価するためにいずれも必要である。

医学的に安定していて、体調も良く、血圧も安定し、腎機能が正常であれば患者は中等度

の高度 (<3,000m) までの旅行は問題ないであろう。乗り物による順応ルールに従った登高、激しい身体活動を避けることが最初は勧められる。適切な栄養、水分補給を確保すべきである。特に旅行者下痢を起こした際にも、決められた内服治療は続けなければならない。

5.4 免疫抑制

移植された心臓は他の個体に由来するものであるから、受けた人の免疫機構は拒絶しようとする。免疫抑制剤はそのリスクを軽減するが、感染症に罹りやすくなるという好ましからぬ副作用がある。生存率が改善するに従って、心臓移植を受けた人は加齢および免疫抑制剤の合併症の蓄積にともなう数多くの医学的問題に直面するのである [46]、[47]、[48]、[49]。

Steroids は長期にわたる副作用が最も多く関係している薬剤である。高血圧、感情の不安定性、白内障、胃潰瘍、キズの治りにくさ、近位筋のミオパチー、これらはすべてステロイド治療によるものである。特に多くの患者を悩ませる美容上の影響として多毛症、アクネ、傷のつきやすさ、皮膚の脆さ、満月様顔貌、バッファローハンプ、体重増、躯幹の肥満などが挙げられる。重要な代謝系への影響として高脂血症、塩分・水分のうっ滞、糖尿病、骨減少症、小児の発育遅延などがある。長期のステロイド投与は慢性的に副腎を抑制し、ステロイドの効果を弱めたり、病気、外科手術、感染にともなう「ストレス」につながる副腎不全を引き起こすのである。

Azathioprine (AZT) の主な副作用は白血球減少症、貧血、血小板減少症などを呈する骨髄抑制である。これらの副作用は用量依存で、量を減らせば 7-10 日で解決する。稀ではあるが、膵炎や肝炎、肝静脈の閉塞がおりうる。当初 AZT と関連があるとされていた皮膚がんは、現在では全てのレベルの免疫抑制に関連していると考えられる。しかし強い紫外線にさらされる高所においては、このリスクは増悪するかもしれない。

Mycophenolate Mofetil (MMF) は通常使用に耐えられる薬で、主な副作用は嘔気、嘔吐、下痢などで、通常は減量により改善する。MMF 治療を受けている患者には日和見感染のリスクが高いように思われる。

Cyclosporine(CSA) は腎毒性があり急性の、用量依存の慢性の細動脈硬化や尿細管-間質の線維症をおこす。CSA の腎毒性は稀に溶血性尿毒症症候群を起こすことがある。本剤服用中のほとんどの患者に高血圧症、高脂血症がみられる。また、一年で患者の 10%に新たに糖尿病が発症する。神経学的中毒症状として振戦、感覚異常、頭痛、痙攣、精神状態の変化、視覚異常、不眠などがある。CSA は嘔気、嘔吐、胆汁うっ滞、胆石症を起こしやすい。また、骨粗しょう症を悪化させる。多毛症は少なくとも 50%の患者で発症し、歯肉過形成も CSA の副作用で起こる。

Tacrolimus (TAC) の副作用も CSA の場合と同様であるが、高血圧症や高脂血症は若干少ない。高血糖や神経学的中毒症状は CSA よりもよくみられる。

高血糖は高容量で用いた場合や、女性や黒人といった一部の群で問題となる。糖尿病は TAC を AZT と併用した場合の方が MMF と併用した場合よりも多く発症する。脱毛症は TAC の副作用であるというのは本当である。

Sirolimus (または Rapamycin) の主な副作用は高トリグリセリド血症、高 LDL コレステロール血症をとまなう高脂血症、血小板減少症、好中球減少症、貧血などである。高コレステロール血症、高トリグリセリド血症は用量を減らせば多少は軽減する。これら脂質の長期の影響は明確ではない。重篤な血小板減少症は稀で、用量に依存し、可逆性がある。SIR によって腎機能障害や糖尿病が起こることはないと思われる。

心臓移植を受けた人およびその医師は感染症、肥満症、高血圧症、高脂血症、腎機能障害、糖尿病、骨粗鬆症、痛風、悪性腫瘍を治療する新しい薬を利用できるが、それらの圧倒的多数の重要な薬剤間相互作用に直面する。これらの患者は免疫抑制剤であれ、非免疫抑制剤であれたくさん薬を服用しているので、これら薬剤の相互作用によって臨床的に不都合な出来事が起こる可能性が大である。

起こりうる相互作用についての十分な議論はこの論文の範囲を超えている。この問題については、患者は出発する前に主治医の意見を聞くべきである。

6 高所旅行前の予防戦略

6.1 低酸素室における事前の順応

低地住人が 2,500 メートル以上の高所に登ろうと計画したとき、順応は極めて重要なことである。情勢によっては緩徐な順応の過程は不可能な場合もある。注意深く計画すれば前順応は高山病のリスクを大幅に軽減することができる。低酸素室がますます利用可能となったので、高所滞在の前順応のためにそれらが利用できる。

低酸素室のとりわけ好都合な点は、良くコントロールされた環境と、個人的なリスクを持つ人や既存疾患を持つ人に対する安全性である [50]。しかし、CVD のある人にとって、山岳環境にあってはゆっくりと順応することに勝るものはないのである。

6.2 心血管疾患患者の急性高山病予防のための薬物治療

6.2.1 アセタゾラミド (ダイアモックス)

炭酸脱水酵素阻害薬アセタゾラミドは AMS および HACE の予防薬、治療薬の gold standard 薬である。動物実験およびヒトでの一重の研究でこの薬剤が HAPE の予防にも有用であることがわかった [24]。アセタゾラミドは長期にわたって低用量のアスピリンを服用している CAD 患者は避けたほうがよい。アセタゾラミドの蛋白結合および腎尿細管からの分泌を低下することにより、アスピリンはアセタゾラミドの排泄を妨げる。これが代謝性アシドーシスを引き起こし、その結果アスピリンの中枢神経系への浸透つまり毒性が増加するのである [24]。

この薬はカリウム排泄性の利尿効果があるので、ほかの利尿薬を処方されている場合は電

解質異常や脱水を起こすリスクがあり注意しなければならない [24]。心房細動や心筋症のためにジゴキシンを服用している人にアセタゾラミドを投与する場合は、低カリウム血症が房室接合部性徐脈、心室性不整脈やその他のジギタリス中毒症状のリスクを増強することから、注意しなければならない [24]。

6.2.2 ニフェジピン

ニフェジピンはカルシウムチャンネル遮断薬で、HAPE の予防と治療においてまず最初に使われる薬である [24]。1990 年代に SHT および CAD 患者にカルシウムチャンネル遮断薬を使うことの安全性について議論が交わされ、その後の研究でこの薬剤の投与で心筋梗塞のリスクが増大し、死亡事例もあったと報告された。この関心事は、その後の大規模研究によってカルシウムチャンネル遮断薬は安定している CAD 患者には安全に使えると報告されたため、消え去った [24]。この薬剤は血圧に影響するので、ベータ遮断薬やアルファ遮断薬といった他の降圧薬を投与されている患者に投与する場合は低血圧を引き起こす可能性があり、注意する必要がある [24]、同様に脱水状態の患者の場合も注意が肝要である。短時間作用型のニフェジピンは避けなければならない！ 高所において患者は少なからず脱水状態にあるが、交感神経緊張が最大であってもニフェジピンの影響による血圧低下を調整することができないのである。

6.2.3 シルденаフィル（バイアグラ）、タダラフィル（シアリス）

シルденаフィルやタダラフィルのようなホスフォジエステラーゼ阻害薬は、この薬が肺血管系の一酸化窒素濃度を高め、肺動脈圧を下げる方に働くので HAPE の予防に使われ始めている。しかしこれらの薬を HAPE の治療に使うことを支持するエビデンスはみられない [24]。

硝酸塩を服用している CAD の人はこの薬で著明な血圧低下をきたすので併用してはならない。硝酸塩を服用していない安定した CAD の患者は重篤な心血管系事故発症のリスクを増加させないという心血管系の見地からは安全と思われる [24]。

6.2.4 サルメテロール

サルメテロールは長時間持続ベータ作動薬の吸入薬で、HAPE にかかり易いヒトの HAPE 予防に効果があるとされている [24]。ベータ遮断薬を服用している患者は本剤を同時に服用した場合、両者のいずれかの効果が減弱することを経験するかもしれない [24]。

6.3 不可欠な一般的勧告および禁忌（ [7] より改変 ）

低地に住む人が高所に滞在する場合、一般的に不可欠なことは、臨床的に安定していて、安静時に何ら症状がなく、NYHA 心機能分類で I - II 度であることとされる。高所における一般的勧告として、2,000 メートルより高い所ではゆっくりと登高する、睡眠

をとる高度を伸ばすのは1日300メートル未満とする、激しい活動を避ける、乗り物で3,000メートルより高いところへ直行しないことなどが挙げられる。

一方、高所暴露の絶対禁忌として、不安定狭心症、低地での軽度ないし中等度運動負荷試験中の自覚症状あるいは虚血の所見、非代償性心不全（最近6ヶ月以内の冠動脈再建術、心筋梗塞、あるいは非代償性心不全のエピソード）、コントロールされない心房性あるいは心室性頻脈性不整脈、コントロール不良の高血圧症、高度肺高血圧症、重症の心弁膜症、症状の有無に関係なくチアノーゼのある、あるいはチアノーゼはないが重度の先天性心疾患、最近6ヶ月以内のICD植え込み、あるいは心室性不整脈に対するICD作動などが挙げられる。

6.4 特殊な心血管系の問題を持つ人への予防的勧告（[7]および[15]より改変）

高血圧症患者は注意深く、また自身の血圧を測定しながら、必要に応じて血圧をコントロールし直して登高すべきである。

心不全の患者は住居地の高度で症状がある場合は禁忌であり、症状がなければ注意深く登高し、心不全が進展する場合は治療方針を立て直さなければならない。全ての心不全患者はホルター心電図検査、運動負荷試験（スパイロエルゴメーター）、安静時心エコー図検査などによって出発前の評価を受けるべきである。

CAD 不安定狭心症の患者は高所滞在は禁忌とされている。安定狭心症の患者は、事前に患者の状態および旅程についての評価を受け、注意深く登高すべきである。発症後または施行後6ヶ月を経過していない心筋梗塞、バイパス手術、または冠動脈形成術の患者は高所に登るべきではない。CAD患者は高所暴露前の評価を運動負荷試験（結論が出ない場合運動負荷と画像診断＝心カテ、冠動脈CT）や安静時心エコー図検査で確定しなければならない。

不整脈の患者は個別にリスク評価をおこない、心拍数の自己モニターや治療再考の指導を受けなければならない。暴露前の評価にホルター心電図、運動負荷試験が必要である。ペースメーカー装着患者は、モードがVVIR、DDDR、AAIRである場合、ペースメーカー調律が至適となるようチェックが必要である。上室性頻拍、心房粗動の場合は高所暴露の前にカテーテルアブレーションを考慮すべきである。

先天性心疾患、心弁膜疾患の患者は注意深く登高し、自己測定したINRにしたがって抗凝固薬の用量を厳密に決め、内服薬の量を再調整しなければならない。彼らはCHD患者に合った事前評価を受けるべきだが、高所シミュレーションのための低酸素室で心エコーを行い、左室、右室や、肺動脈圧の評価を受けるべきである。

重度の肺高血圧患者は中等度および高度の高所に登るべきではない。

6.5 心血管疾患患者の高所曝露前評価（[7]より改変）

冠動脈疾患: 運動負荷試験をおこなう、結論が出ない場合は撮像手法を使う運動負荷試験、

安静時経胸壁心エコー検査などをおこなう

心不全：運動負荷試験、呼吸器運動負荷試験、安静時経胸壁心エコー検査、Holter 心電図

体高血圧症：コントロール不良の場合は携帯型血圧測定記録をおこなう

不整脈：運動負荷試験、Holter 心電図

ペースメーカーモードがVVIR, DDDR, AAIRである場合ペースメーカー調律が至適となるようチェックをおこなう。SVT, atrial flutter の場合は高所曝露前にカテーテルアブレーションを考慮する。

先天性心疾患、心弁膜疾患：運動負荷試験、安静時経胸壁心エコー検査、高所を模した環境下心エコー検査にて左室および右室機能、PuAP を評価する。

6.6 患者に対するチェックリスト（[15]より改変）

- ・ 高所医学経験をもつ医師から医学的アドバイスを受ける
- ・ 医学的に体調が安定していないときは旅行を控える
- ・ 遠隔地からの撤退を担保する旅行保険に加入する
- ・ 旅行前の身体的健康を最善のものにする
- ・ 飛行機は制約があり医療や医療機器を必要とする場合を考慮し、必要があればMEDAシートを利用する（訳者註；航空会社にMEDAフォーム[医師の診断書、医療機器、付き添い医療関係者の詳細を記入したもの]を提出すると傷病旅客の搭乗が認識される）
- ・ 医師による他の指示がなければ決まった治療を続ける
- ・ 高山病の治療に使われる薬が服用中の薬と相互作用があるか医師に相談する
- ・ 通常の内服薬を多めに携行する
- ・ 非常用の薬は通常のものとは別にして携行する
- ・ 仲間またはグループとともに旅行する
- ・ チームリーダーまたは旅行仲間に自分の医学的状況を告げておく
- ・ 栄養と水分の状態を良好に保ち、旅行者下痢症の治療は積極的に行う
- ・ 順応のための時間を余計に取り、この間は運動を控える
- ・ 症状が出たら直ちにより低い高度、少なくとも最後に調子がいいと感じた高度まで下る

7 参考文献

1. Windsor, JS, et al., *Mountain mortality: a review of deaths that occur during recreational activities in the mountains*. Postgrad Med J, 2009. **85**(1004): p. 316-21.
2. Burtscher, M and A Ponchia, *The risk of cardiovascular events during leisure time*

- activities at altitude*. Prog Cardiovasc Dis, 2010. **52**(6): p. 507-11.
3. Schobersberger, W, et al., *Austrian Moderate Altitude Study 2000 (AMAS 2000). The effects of moderate altitude (1,700 m) on cardiovascular and metabolic variables in patients with metabolic syndrome*. Eur J Appl Physiol, 2003. **88**(6): p. 506-14.
 4. Roger, VL, et al., *Heart disease and stroke statistics - 2011 update: a report from the American Heart Association*. Circulation, 2011. **123**(4): p. e18-e209.
 5. WHO. *Fact sheet No 317 Cardiovascular diseases (CVDs)*. 2011 [cited; Available from: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/en/index.html#>].
 6. Faulhaber, M, et al., *Prevalence of cardiovascular diseases among alpine skiers and hikers in the Austrian Alps*. High Alt Med Biol, 2007. **8**(3): p. 245-252.
 7. Rimoldi, SF, et al., *High-altitude exposure in patients with cardiovascular disease: risk assessment and practical recommendations*. Prog Cardiovasc Dis, 2010. **52**(6): p. 512-24.
 8. Naeije, R, *Physiological adaptation of the cardiovascular system to high altitude*. Prog Cardiovasc Dis, 2010. **52**(6): p. 456-66.
 9. Bartsch, P and JS Gibbs, *Effect of altitude on the heart and the lungs*. Circulation, 2007. **116**(19): p. 2191-202.
 10. Smith, TG, PA Robbins, and PJ Ratcliffe, *The human side of hypoxia-inducible factor*. Br J Haematol, 2008. **141**(3): p. 325-34.
 11. Windsor, JS, et al., *Sudden Cardiac Death in an Mountain Environment*. Med Sportiva, 2009. **13**(4): p. 197-202.
 12. Dehnert, C and P Bartsch, *Can patients with coronary heart disease go to high altitude?* High Alt Med Biol, 2010. **11**(3): p. 183-8.
 13. Ponchia, A, et al., *Cardiovascular risk during physical activity in the mountains*. J Cardiovasc Med (Hagerstown), 2006. **7**(2): p. 129-35.
 14. Burtscher, M, M Philadelphia, and R Likar, *Sudden cardiac death during mountain hiking and downhill skiing*. N Engl J Med, 1993. **329**(23): p. 1738-9.
 15. Mieske, K, G Flaherty, and T O'Brien, *Journeys to high altitude - risks and recommendations for travelers with preexisting medical conditions*. J Travel Med, 2010. **17**(1): p. 48-62.
 16. West, JB, RB Schoene, and JS Milledge, *Pre-existing medical conditions at altitude*, in *High Altitude Medicine and Physiology*, West, JB, Schoene, RB, and Milledge, JS, Editors. 2000, Hodder Arnold: London.
 17. Morgan, BJ, et al., *The patient with coronary heart disease at altitude: observations during acute exposure to 3100 meters*. J Wilderness Med, 1990. **1**: p. 147-153.
 18. Schmid, JP, et al., *Safety and exercise tolerance of acute high altitude exposure*

- (3454 m) among patients with coronary artery disease. *Heart*, 2006. **92**(7): p. 921-5.
19. Bartsch, P, *How thrombogenic is hypoxia?* *Jama*, 2006. **295**(19): p. 2297-9.
 20. Lehmann, T, et al., *Platelet count and function at high altitude and in high-altitude pulmonary edema.* *J Appl Physiol*, 2006. **100**(2): p. 690-4.
 21. Guiducci, U, *What to suggest after coronary angioplasty or bypass surgery procedures: a sedentary lifestyle, moderate physical activity or sports activity?* *J Cardiovasc Med (Hagerstown)*, 2006. **7**(4): p. 296-300.
 22. Milledge, J and T Kupper. *Consensus Statement of the UIAA Medical Commission Vol.13: People with Pre-Existing Conditions Going to the Mountains.* 2008 [cited 2008; Available from: www.theuiaa.org/medical_advice.html].
 23. Thompson, PD, et al., *Exercise and physical activity in the prevention and treatment of atherosclerotic cardiovascular disease: a statement from the Council on Clinical Cardiology (Subcommittee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention) and the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism (Subcommittee on Physical Activity).* *Circulation*, 2003. **107**(24): p. 3109-16.
 24. Luks, AM and ER Swenson, *Medication and dosage considerations in the prophylaxis and treatment of high-altitude illness.* *Chest*, 2008. **133**(3): p. 744-55.
 25. Agostoni, P, et al., *Carvedilol reduces exercise-induced hyperventilation: A benefit in normoxia and a problem with hypoxia.* *Eur J Heart Fail*, 2006. **8**(7): p. 729-35.
 26. Mazzuero, G, et al., *Left ventricular dysfunction in coronary heart disease at high altitude (Abstract).* *High Alt Med Biol*, 2002. **3**(2): p. 136.
 27. Erdmann, J, et al., *Effects of exposure to altitude on men with coronary artery disease and impaired left ventricular function.* *Am J Cardiol*, 1998. **81**(3): p. 266-70.
 28. Luks, AM, *Should travelers with hypertension adjust their medications when traveling to high altitude?* *High Alt Med Biol*, 2009. **10**(1): p. 11-5.
 29. Higgins, JP, T Tuttle, and JA Higgins, *Altitude and the heart: is going high safe for your cardiac patient?* *Am Heart J*, 2010. **159**(1): p. 25-32.
 30. Woods, CW, et al., *Emergence of Salmonella enterica serotype Paratyphi A as a major cause of enteric fever in Kathmandu, Nepal.* *Trans R Soc Trop Med Hyg*, 2006. **100**(11): p. 1063-7.
 31. Smith, VT, *Altitude and atrial fibrillation.* *South Med J*, 2005. **98**(1): p. 130.
 32. Schroder, S, et al., *Pacemaker failure caused by traveller's diarrhoea.* *J Travel Med Inf Dis*, 2011.
 33. Pichler-Hefti, J, et al., *Changes of coagulation parameters during high altitude expedition.* *Swiss Med Wkly*, 2010. **140**(7-8): p. 111-7.
 34. Van Patot, MC, et al., *Risk of impaired coagulation in warfarin patients ascending to*

- altitude (>2400 m)*. High Alt Med Biol, 2006. **7**(1): p. 39-46.
35. Luks, AM, *Can patients with pulmonary hypertension travel to high altitude?* High Alt Med Biol, 2009. **10**(3): p. 215-9.
 36. Bartsch, P, et al., *Physiological aspects of high-altitude pulmonary edema*. J Appl Physiol, 2005. **98**(3): p. 1101-10.
 37. Picchio, FM, et al., *Can a child who has been operated on for congenital heart disease participate in sport and in which kind of sport?* J Cardiovasc Med (Hagerstown), 2006. **7**: p. 234-238.
 38. Harinck, E, et al., *Air travel and adults with cyanotic congenital heart disease*. Circulation, 1996. **93**(2): p. 272-6.
 39. Calzolari, A, et al., *Exercise and sports participation after surgery for congenital heart disease: the European perspective*. Ital Heart J, 2001. **2**(10): p. 736-9.
 40. Pattinson, KTS, et al., *Exercise-induced right-to-left shunting in healthy humans at high altitude*. High Alt Med Biol, 2006. **7**: p. 339.
 41. Dubowitz, G, P Bickler, and N Schiller, *Patent foramen ovale at high altitude*. High Alt Med Biol, 2004. **5**: p. 482.
 42. Allemann, Y, et al., *Patent foramen ovale and high-altitude pulmonary edema*. Jama, 2006. **296**(24): p. 2954-8.
 43. Scherrer, U, et al., *New insights in the pathogenesis of high-altitude pulmonary edema*. Prog Cardiovasc Dis, 2010. **52**(6): p. 485-92.
 44. Scherrer, U, et al., *High altitude, a natural research laboratory for the study of cardiovascular physiology and pathophysiology*. Prog Cardiovasc Dis, 2010. **52**(6): p. 451-5.
 45. Windsor, JS, GW Rodway, and HE Montgomery, *A review of electrocardiography in the high altitude environment*. High Alt Med Biol, 2010. **11**(1): p. 51-60.
 46. Lindenfeld, J, et al., *Drug therapy in the heart transplant recipient: part I: cardiac rejection and immunosuppressive drugs*. Circulation, 2004. **110**(24): p. 3734-40.
 47. Lindenfeld, J, et al., *Drug therapy in the heart transplant recipient: part II: immunosuppressive drugs*. Circulation, 2004. **110**(25): p. 3858-65.
 48. Lindenfeld, J, et al., *Drug therapy in the heart transplant recipient: Part III: common medical problems*. Circulation, 2005. **111**(1): p. 113-7.
 49. Page, RL, 2nd, GG Miller, and J Lindenfeld, *Drug therapy in the heart transplant recipient: part IV: drug-drug interactions*. Circulation, 2005. **111**(2): p. 230-9.
 50. Kupper, TE and V Schoffl, *Preacclimatization in hypoxic chambers for high altitude sojourns*. Sleep Breath, 2010. **14**(3): p. 187-91.
 51. Kupper, T, V Schoffl, and J Milledge. *Consensus Statement of the UIAA Medical*

Commission Vol.5: Traveller's Diarrhoea – Prevention and Treatment in the Mountains. 2008 [cited; Available from: www.theuiaa.org/medical_advice.html].

52. Kupper, T, V Schoffl, and JS Milledge, *Traveller's Diarrhoea - Prevention and Treatment in the Mountains. Consensus Statement of the Medical Commission of the Union Internationale des Associations d'Alpinisme (UIAA Med Com).* Med Sport, 2010. **14**(3): p. 161-164.

Members of UIAA MedCom (in alphabetical order)

C. Angelini (Italy), B. Basnyat (Nepal), J. Bogg (Sweden), A.R. Chiocconi (Argentina), N. Dikic (Serbia), W. Domej (Austria), P. Dobbelaar (Netherlands), E. Donegani (Italy), S. Ferrandis (Spain), U. Gieseler (Germany), U. Hefti (Switzerland), D. Hillebrandt (U.K.), J. Holmgren (Sweden), M. Horii (Japan), D. Jean (France), A. Koukoutsis (Greece), A. Kokrin (Russia), J. Kubalova (Czech Republic), T. Kuepper (Germany), J. McCall (Canada), H. Meijer (Netherlands), J. Milledge (U.K.), A. Morrison (U.K.), H. Mosaedian (Iran), R. Naeije (Belgium), M. Nakashima (Japan), S. Omori (Japan), P. Peters (Luxembourg), I. Rotman (Czech Republic), V. Schoeffl (Germany), J. Shahbazi (Iran), J.C. Skaiaa (Norway), J. Venables (New Zealand), J. Windsor (U.K.)

History of this recommendation paper

In summer 2009 UIAA MedCom decided to focus the complex field of mountaineering with preexisting medical conditions more in detail. The first of these recommendation papers in 2009 concentrated on neurological conditions, another one in 2010 on eye problems.

The actual paper was initiated by the Italian group and approved in its present form at the annual MedCom meeting at Whistler / Canada in July 2012.