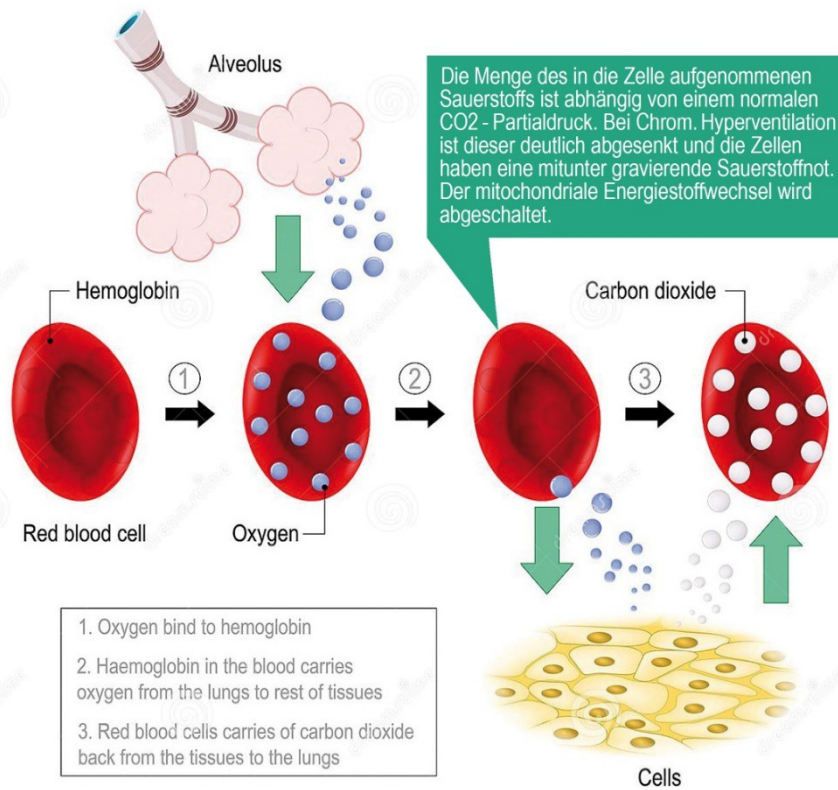
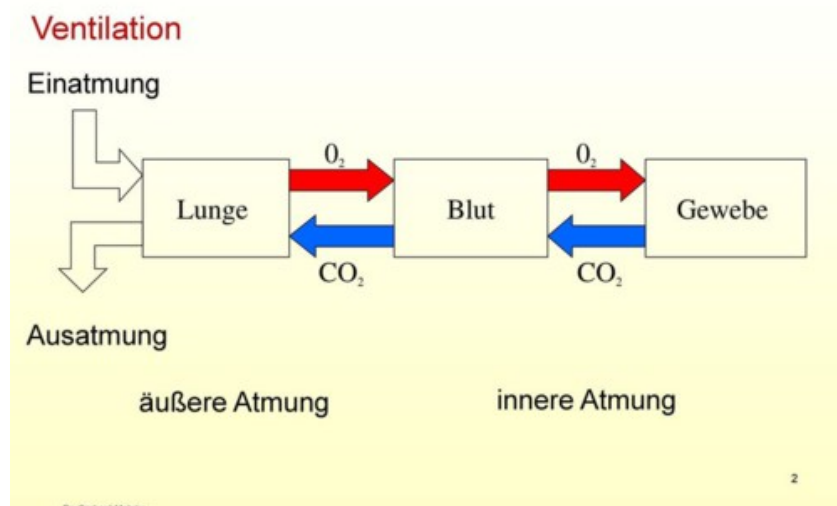


Oxygen and Hemoglobin



Das Herz pumpt die roten Blutkörperchen in die Organe und nur **6%** des eingeatmeten 21%tigen Sauerstoffs lösen sich aus ihrer Bindung an Hämoglobin und werden in die Mitochondrien einer Zelle aufgenommen, wo der Sauerstoff der Energieproduktion und somit der Zell- und Organleistung dient. Ein Gesunder atmet also von den 21% Sauerstoff, die er eingeatmet hat, 15% wieder ab!

Teilschritte der Atmung



Als Endprodukt dieses oxidativen Stoffwechselprozesses in den Mitochondrien, den „Kraftwerken“ unserer Zellen, wird CO₂ (Kohlendioxid) aus den Mitochondrien und der Zelle ausgeschieden, in den roten Blutkörperchen gebunden und über die Lunge abgeatmet.

Dieses Kohlendioxid im Blut hat **zwei entscheidende Funktionen** innerhalb des Stoffwechsels:

1. **Es steuert die Loslösung des Sauerstoffs (sog. Sauerstoff-Dissoziation) aus seiner Bindung an Hämoglobin** in den roten Blutkörperchen. Ist das Kohlendioxid hoch, lösen sich 6 % des Sauerstoffs und werden in die Zelle aufgenommen. Ist es infolge chronischer Hyperventilation (CHV) aber vermindert, dann werden mitunter nur 2,5 oder 3 % des Sauerstoffs aus dieser Bindung gelöst und in die Zelle aufgenommen, der Rest wird über die Lunge abgeatmet.

In diesem Fall liegt eine **Sauerstoffauswertungsstörung** vor. Dies kann bedeuten, dass im Extremfall bis zu 50 oder 60 % des Sauerstoffs nicht in die Zelle übernommen werden, sondern über die Lunge wieder abgeatmet werden. Und dies obwohl das Blut dieser Patienten zum Teil übervoll mit Sauerstoff ist, was man an der normalen und teils überhöhten Sauerstoff-Sättigung der roten Blutkörperchen von z.B. 99%-100% (Norm 94-98%) sehen kann.

Ein Patient mit CHV der 16,5% O₂ abatmet, verschenkt also 1,5 % von 6%. Seine Zellen haben also ein Sauerstoffdefizit von 25%!

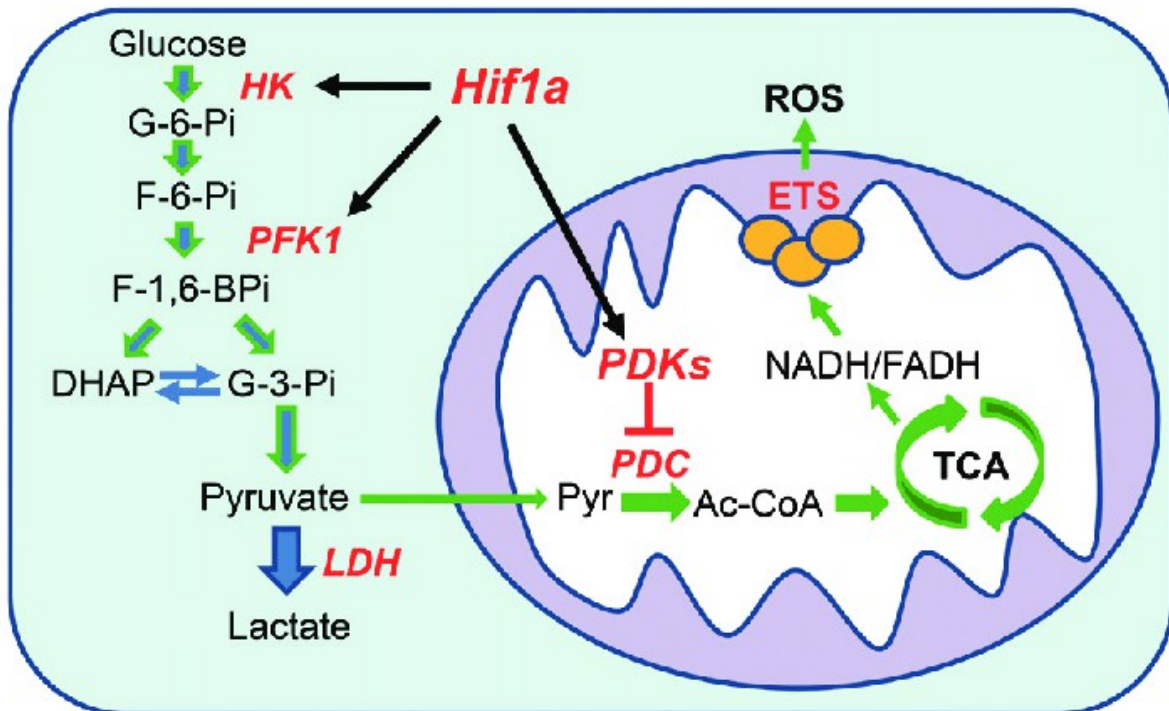
Ein Patient mit einer Sauerstoff-Abatmung von 18,8% - der von mir gemessene Rekord-Wert! - verschenkt also 3,8% von 6%. **Seine Zellen haben also ein Sauerstoffdefizit von 63,3%!!** Ein solches Sauerstoffdefizit sorgt natürlich für eine enorme Minderung der körperlichen und mentalen Leistungsfähigkeit.

Die durch chronische Hyperventilation verursachte Erniedrigung des pCO₂- Spiegels ist somit die Hauptursache für den bei diesen Patienten auftretenden, schweren Energiemangel, der zu einer gravierenden körperlichen und mentalen Belastungsinsuffizienz führen kann. Und so kommt dieser Energiemangel zustande:

Jedweder Sauerstoffmangel (Hypoxie) in einer Zelle aktiviert einen Faktor, der die normale Energieproduktion in den Kraftwerken unserer Zellen (Mitochondrien) praktisch lahmlegt. Dieser **Hypoxie induzierbare Faktor Hif1Alpha** hemmt die Energieproduktion in den Mitochondrien auf folgende Weise:

- a) **Hemmung des Pyruvat-Dehydrogenase-Complexes**, des Schlüsselenzyms für die Verarbeitung von Glucose mit dem Zweck der Energieproduktion in Form von ATP (Adenosin-Tri-Phosphat) in den Mitochondrien.
- b) **Hemmung von 3 Enzymen im sog. Citratcyklus**, einer komplexen biochemischen Reaktion in den Mitochondrien, die in Form von NADH und FADH die Energie für die Atmungskette, 5 in einer Kette angeordnete Enzyme, liefert, die letztlich ATP produziert.
- c) **Komplex I und II der Atmungskette werden durch Hif1Alpha gehemmt.**
- d) Hif1Alpha aktiviert die sog. **Mitophagie**, einen Prozess, mit dem die Zelle Mitochondrien durch Selbstzerstörung abbaut. Der Italienische Physiologe und Höhenforscher Paolo Cerretelli konnte nachweisen, dass abhängig von dem Sauerstoffmangel in verschiedenen Höhen, in der sich Menschen 7 – 33 Tage aufhalten, der **Verlust an Mitochondrien** durch Mitophagie zwischen 4 und 25% liegen kann. Erfreulicherweise konnte er auch aufzeigen, dass bei Rückkehr der Probanden auf Meeresspiegelhöhe und damit wieder normaler Sauerstoff-Aufnahme dieser Verlust reversibel war. D.h. dass eine Normalisierung des zellulären Sauerstoffgehaltes nicht nur den Faktor Hif1Alpha innerhalb weniger Minuten inaktiviert, sondern dass sich auch die vorher verringerte Anzahl an Mitochondrien innerhalb von 3-4 Wochen wieder normalisiert.

Bei normaler **Oxidation** von Glucose in den Mitochondrien entstehen aus einem Molekül Glucose **36 Moleküle ATP**. Das Endprodukt dieser biochemischen Reaktion heißt CO₂! Durch die Blockade der mitochondrialen Energieproduktion wird ersatzweise die anaerobe Glykolyse im Zellplasma aktiviert. Durch die **Vergärung** der Glucose zu Pyruvat entsteht als Endprodukt Laktat und nicht CO₂! Laktat ist das Salz der Milchsäure. Bei dieser biochemischen Reaktion entstehen aus einem



Molekül Glucose **lediglich 2 Moleküle ATP**, also nur ein Bruchteil jener Energie, die normal arbeitende Mitochondrien liefern würden.

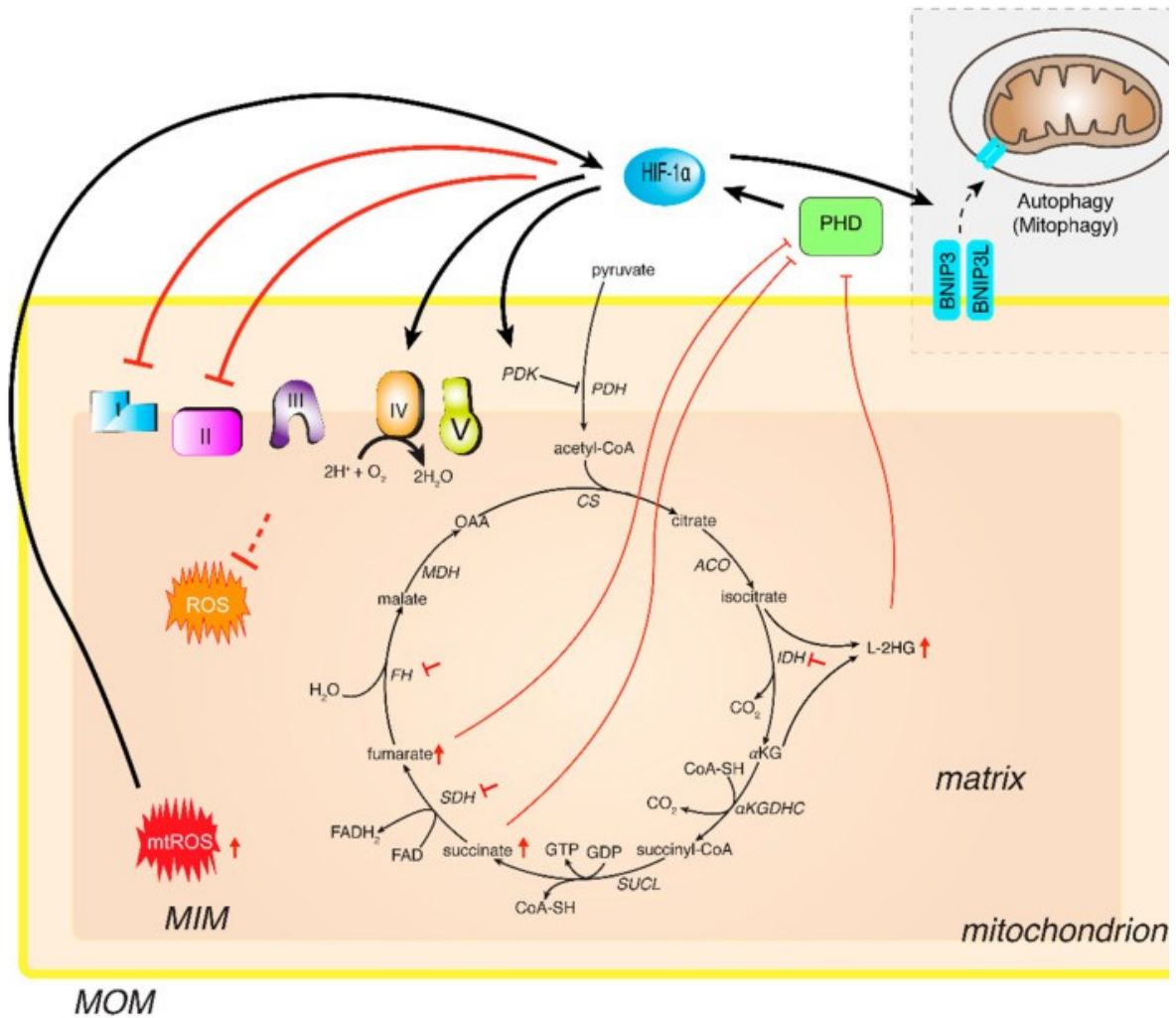
Hif1Alpha hemmt das Schlüsselenzym PDC (Pyruvat-Dehydrogenase-Complex) zur Verarbeitung des Zuckerabbauprodukts Pyruvat in den Mitochondrien, dem 1. Schritt einer komplexen Abbaureaktion mit dem Ziel der Energieproduktion in Form von ATP

Hif1Alpha aktiviert zwar 2 Enzyme dieser anaeroben Glykolyse (Hexokinase (HK) und Phospho-Fructo-Kinase1 (PFK1), was zu einem erhöhten Umsatz an Glucose führt, kann aber damit das schwere Energiedefizit nicht ausgleichen.

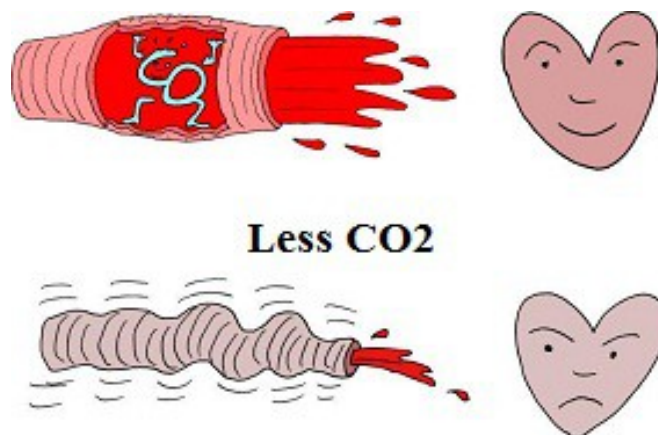
Die Unterbrechung des normalen mitochondrialen Stoffwechsels führt so auch **metabolisch** zu einem eklatanten Mangel an Kohlendioxid, was die Problematik der schlechten Sauerstoff-Freisetzung aus Hämoglobin, die von einem erniedrigten pCO₂ verursacht wird, massiv verstärkt.

In der folgenden Graphik ist dargestellt, dass Hif1Alpha sowohl die angesprochenen Enzyme im Zitratzyklus und die Komplexe I und II der Atmungskette hemmt.

Rechts oben erkennt man, dass Hif1Alpha Enzyme aktiviert, die den Prozess der Mitophagie, auch Autophagie genannt, und damit die Selbstverdauung von Mitochondrien einleitet.

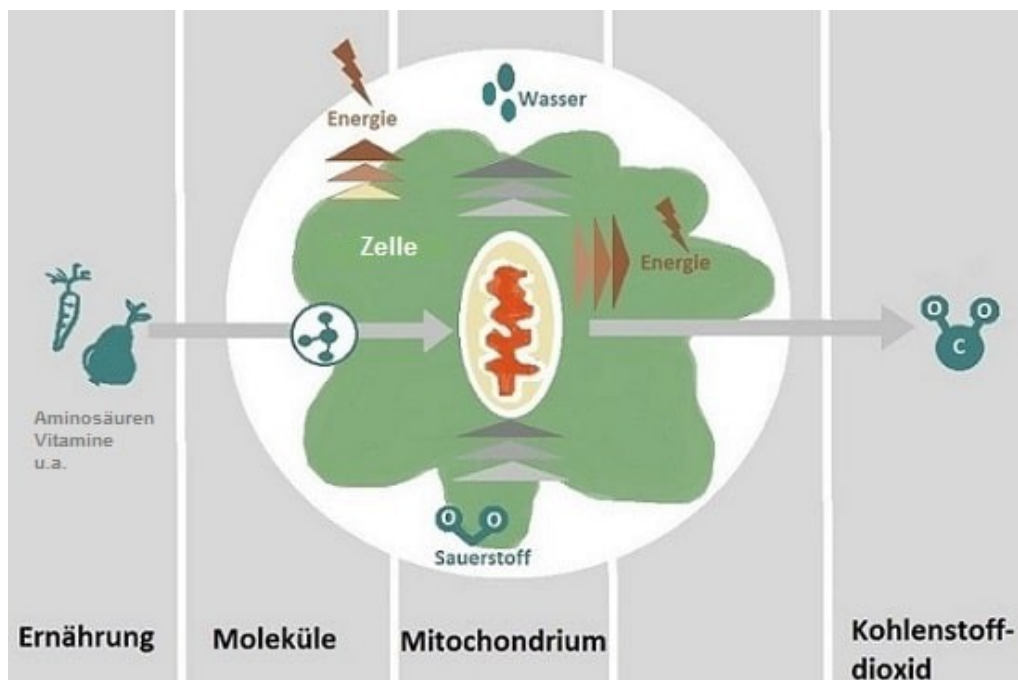


2. Und hier die 2. Hauptfunktion des CO₂: Kohlendioxid ist **ein Molekül, dass die Weite der Gefäße steuert**. Bei normaler Kohlendioxidkonzentration sind die Gefäße erweitert und die Durchblutung ist sehr gut, bei reduzierter Kohlendioxidkonzentration im Blut kommt es zu einer generalisierten Gefäßverengung und damit zu einer generalisierten Durchblutungsminderung (kalte Füße und Hände!)



Wird bei stressbedingter, chronischer Hyperventilation vermehrt Kohlendioxid abgeatmet, kommt es zu einer **Entsäuerung des Blutes** (respiratorische Alkalose), denn Kohlendioxid tritt im Blut als saures Molekül auf. Diese Alkalose sorgt dafür, dass Kalzium vermehrt an Eiweiß gebunden wird und damit nicht mehr für seine eigentliche Funktion zur Verfügung steht. In der Folge kommt es zu einer Erhöhung des Muskeltonus bis hin zur **Verkrampfung der Muskulatur** oder in akuten Fällen zur Tetanie.

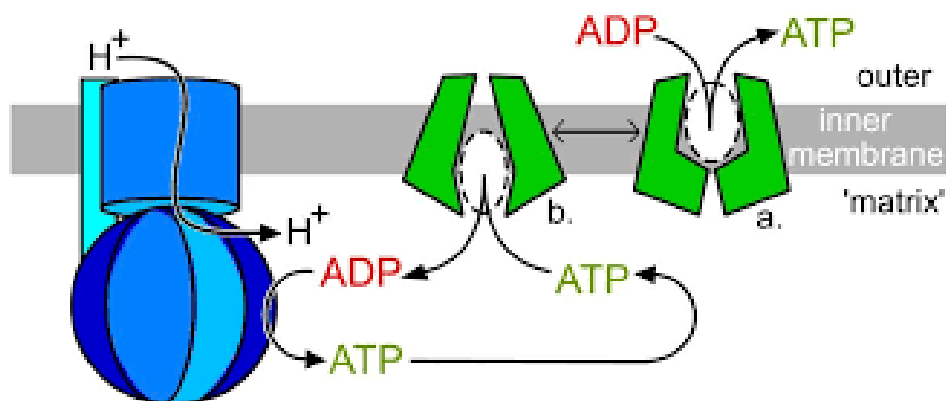
In der gleichen Weise verursacht ein Mangel an CO₂ **Spasmen** (Zusammenziehen) **aller anderen glatten Muskeln im Körper**: Atemwege (Bronchien und Bronchiolen), Zwerchfell, Darm, Gallengänge etc. Das erklärt, warum sich bei kranken Menschen ein verminderter Blutfluss zu Gehirn, Herz, Leber und anderen Organen findet. Ein der Norm entsprechendes Atemmuster stellt eine normale Durchblutung und eine normale Sauerstoffversorgung aller Organe sicher, weil das im Blut enthaltene CO₂ die Gefäße erweitert. Da jedoch der moderne Mensch schneller oder tiefer atmet, als es der medizinischen Norm entspricht, also hyperventiliert, leidet er unter den Effekten des fehlenden CO₂.



Wenn die Zellen solcher Patienten schon in Ruhe einen Sauerstoffmangel aufweisen, wird das bei körperlicher Belastung noch wesentlich verstärkt, denn

ein tätiger Muskel braucht 100mal mehr Energie als ein ruhender Muskel. Kommt es also zu einer massiven Intensivierung der anaeroben Laktatbildung unter körperlicher Belastung, hemmt Laktat ein wichtiges Transportprotein für die Energiemoleküle ATP und ADP, denn dieser ATP/ADP-Transporter führt ATP ins Zellplasma, dort wird ein Phosphormolekül unter Energiefreisetzung abgespalten und der Transporter transportiert ADP wieder in die mitochondriale Matrix zurück. Die ATP-Synthase macht daraus wieder ein energiereiches ATP-Molekül und der Kreislauf beginnt von Neuem.

Über diesen **Recycling Mechanismus** produziert der Körper 90 % seiner Energie. Wird nun dieser ATP/ADP-Transporter durch hohe Laktatkonzentrationen blockiert, **fallen mit einem Schlag 90 % der Energieproduktion flach**. Dies ist der Grund, warum Menschen mit Erschöpfungssyndromen dann, wenn sie sich überfordern und über ihre Leistungsgrenze hinausgehen, Zusammenbrüche erleben, die man in der Fachsprache auch PEM nennt (Post Exertional Malaise).

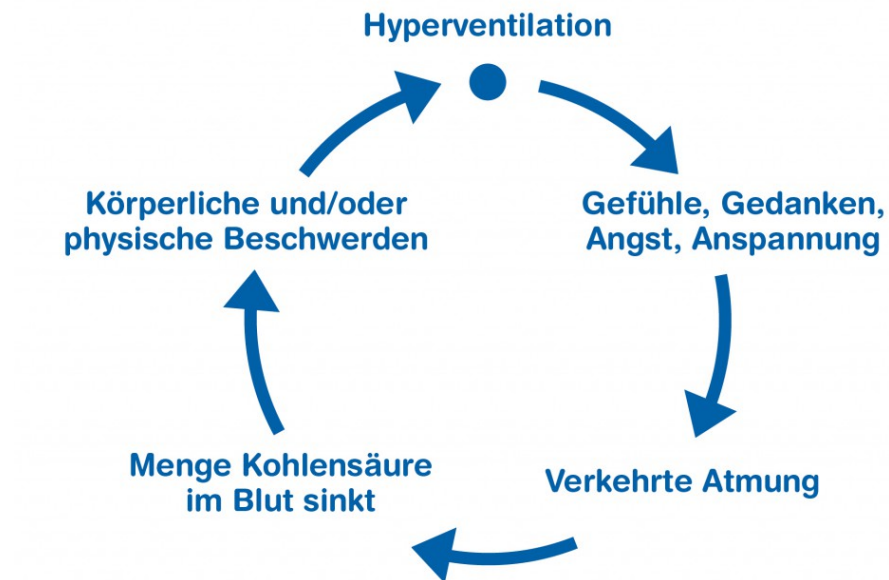


Der ATP/ADP-Transporter kann durch massive Laktatbildung bei relativer Überlastung blockiert werden. Dadurch fällt mit einem Schlag 90% des vorhandenen Energieniveaus weg. Es erfolgt ein energetischer Zusammenbruch, auch PEM (Post-exertional-malaise) genannt, der sich über 3-7 Tage und länger hinziehen kann.

Diese Form der Zusammenbrüche kann verhindert werden, wenn man jene Belastungsintensität kennt, bei der die individuelle aerobe Schwelle überschritten wird und der Laktatspiegel im Blut massiv zu steigen anfängt.

Diese so genannte **individuelle aerobe Schwelle** können wir mit dem Laktat-Stufentest genau bestimmen. Die Schwelle ist eng assoziiert mit der Pulsfrequenz, so dass man über die Pulsfrequenz seine Belastung kontrollieren kann. **Die Pulsfrequenz unter Belastung, die man mit einer Pulsuhr kontrollieren kann, sollte maximal fünf Herzschläge unter der**

Schwellenfrequenz liegen. So können schwere Zusammenbrüche durch körperliche Überforderungen vermieden werden.



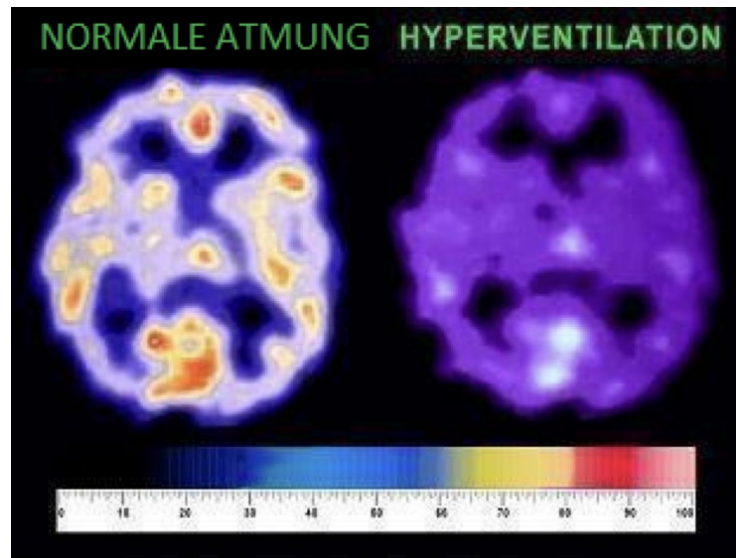
Der Teufelskreis der chronischen Hyperventilation hat einen sich selbst verstärkenden Charakter. Die Verzweiflung über den Energiemangel verstärkt die CHV, es kommt zu einer Progredienz der Symptomatik.



Unter CHV kann es zu einem extremen Druckgefühl hinter dem Brustbein kommen, das so stark sein kann, dass es mitunter mit einem Herzinfarkt verwechselt wird!

Hier ein Beispiel dafür, wie stark eine 1minütige extreme Hyperventilation die Durchblutung und die Stoffwechsel-Aktivität des Gehirns beeinträchtigt! Das schlägt natürlich auch bei Chronischer Hyperventilation zu Buche.

Ich hoffe, Sie haben erkannt, welche gravierenden Folgen eine chronische, stressbedingte Hyperventilation (CHV) haben kann. Insofern sind **konsequente Atemübungen**, 3 x täglich über 30 Minuten durchzuführen, zunächst von größter Bedeutung. In der Regel ist aber sehr schwierig auch außerhalb dieser Atemübungen einen ruhigen Atemrhythmus beizubehalten, so dass es nur ein kleiner Prozentsatz der Betroffenen schafft, allein durch Atemtraining die bestehende Fatigue zu überwinden.



Effekte von 1 Minute freiwilliger Hyperventilation auf den Sauerstoffgehalt im Gehirn (Vasokonstriktion aufgrund eines Mangels an CO₂)

Am schnellsten und sichersten lassen sich die gravierenden Folgen der CHV durch eine von mir entwickelte **Inhalationstherapie mit einem CO₂ enthaltenden Mischgas** (5% CO₂ und 95% O₂) beseitigen. In der Regel hat man bei korrekter Vorgehensweise sein natürliches Energieniveau bereits nach 3-6 Tagen zurück und 70% aller Symptome, die Folge des zellulären Sauerstoffmangels sind, sind beseitigt. (Schwindel, Kopfschmerzen, Muskelschmerzen, Konzentrationsstörungen, vorzeitige mentale Erschöpfung, Kurzatmigkeit, körperliche Belastungsinsuffizienz etc.) Nach 1wöchiger Inhalation kann man das Ergebnis bei zunächst weiter bestehender CHV durch eine 10minütige Inhalation 2-3 x/Woche aufrechterhalten und kann endlich wieder am normalen Leben teilnehmen. Wer Interesse an dieser Behandlungsform hat kann dies unter info@dr-kersten.com mitteilen und wird dann weitere Unterlagen erhalten.

Trotz der Normalisierung der körperlichen und mentalen Belastbarkeit ist es dennoch **außerordentlich wichtig, die eigentliche Quelle der Stressbelastung zu erkennen und diese nach und nach zu überwinden und zu beseitigen.**

Dr. Wolfram Kersten
Facharzt für Innere Medizin