

# Zjawisko 'P'

*"James Crook z Long Acre, miał obrzęk, żółtaczkę, porażenie, reumatyzm oraz uporczywy ból w plecach. Po trzech zanurzeniach, opuchlizna nóg zanikła, tak samo ból pleców i żółtaczka przyczyniając się do wydmuchnięcia z nosa dużej ilości żółciowej żółtej materii. Po sztywności i ciśnieniu cieczy możemy liczyć, że wysikał więcej niż wypił."*

A. Sutherland, 1764

## Co się zdarzyło?

Idź nurkować, pływać lub wejdź do kąpieli i musisz iść "na stronę". Takie nasilone oddawanie moczu zostało nazwane „Zjawiskiem Pi” (P Phenomenon, PP), lecz jest również nazywane diurezą zanurzeniową. Zwykle jest ono tłumaczone zanurzeniem, przeważnie w wodzie, które przemieszcza krew z nóg do tułowia. Czujniki objętości w twoim sercu zauważają wzrost i, w celu normalizacji objętości, sygnalizują twemu ciału, aby wydalili z niego część cieczy.

Lecz przesunięcie cieczy z nóg wcale tego nie tłumaczy. Badania porównujące osoby z podwójną amputacją z osobami pełnosprawnymi wykryły, że objętości nóg przyczyniają się tylko częściowo. Możesz stwierdzić to stojąc na głowie lub leżąc na plecach z uniesionymi stopami. Krew przemieszcza się z twoich nóg bez diurezy. Co jeszcze więc zachodzi?

## Czynniki mechaniczne

Pozycja. Większa diureza zachodzi, gdy jesteś zanurzony w wodzie po szyję, niż jeżeli jesteś zanurzony tylko do bioder. Błędym przekonaniem jest, że ponieważ ciśnienie zwiększa się wraz z głębokością, ciśnienie na twoje nogi, większe od ciśnienia na górę tułowia, wycisnie krew do góry. Lecz diureza występuje, gdy leżysz poziomo w wodzie oraz podczas mikrogravitacji w lotach kosmicznych, dwa stany bez różnicy między naciskami na twoją głowę i stopy. Diureza występuje również, gdy jesteś pod wodą do góry nogami, gdzie różnica ciśnień (gradient hydrostatyczny) jest odwrócona.

## Krew nie jest wyciskana do twoich stóp. Więc, co jeszcze jest zamieszane?

Ciężkość. Gdy leżysz na łodzi, ciśnienie krwi w twoich rękach i nogach jest prawie równe. Lecz gdy stoisz, ciśnienie krwi w nogach ulega zwiększeniu ze względu na ciężar krwi w naczyniach krwionośnych znajdujących się powyżej. W twoich nogach z powodu ciężkości gromadzi się pewna ilość krwi dlatego, że żyły (bardziej niż tętnice) rozciągają się, aby pomieścić więcej krwi. Mniej krwi przepływa z powrotem do twego serca.

Gdy zanurzasz się w wodzie, wpływom na objętość twojej krwi w większości przeciwdziała pływalność. To wyrównanie ciśnienia krwi (nie wyciskanie przez parcie wody) zwiększa objętość krwi w tułowiu i diurezę. W przestrzeni przyciąganie grawitacyjne jest słabe i podobnie ja pływalność pod wodą przeciwdziała parciu krwi do dołu. W przestrzeni, krew nie zbiera się w twoich nogach. Astronauci oraz naukowcy kontroli misji stosują techniczny termin na przemieszczenie objętości cieczy w kierunku głowy podczas lotu kosmicznego. Nazywają to efektem "tłustej twarzy i kurzych nóżek" ("Fat-Face-Chicken-Legs-Effect").

## Ciśnienie ujemne.

Gdy jesteś zanurzony w wodzie po szyję, ciśnienie powietrza przy twoich ustach jest niższe, niż ciśnienie wody na klatkę piersiową. Wdychanie wymaga pewnego wysiłku, podobnie jak picie przez słomkę.

Wdychanie przeciw temu niższemu ciśnieniu nazywane jest oddychaniem z ciśnieniem ujemnym. Zachodzi wiele efektów.

Jednym jest niewielka ilość krwi spływającej do klatki piersiowej i niewielka, jeżeli w ogóle, diureza. Pod wodą, regulatory akwalgów dostarczają powietrze pod ciśnieniem bliskim ciśnieniu otaczającej wody, bez różnicy, czy głowa znajduje się u góry, czy w dole. Lecz zachodzą wahania, tworzące stale zmieniające się lekko dodatnie i ujemne ciśnienie oddychania, napędzające nieistotne przesunięcia masy krwi w każdym kierunku.

### **Czynniki chemiczne**

Scentralizowanie krwi przy zanurzeniu stymuluje twój organizm do uwalniania interesujących substancji chemicznych, które wytwarzają i regulują diurezę, wydalanie sodu (zwane natriurezą) i potasu (zwane kaliorezą). Jedną z naszych głównych substancji chemicznych do kontroli wydzielania cieczy jest hormon wazopresyna. Jednym z działań wazopresyny jest natężanie i zmniejszanie naszego 'Pi' (sikanie). Powszechną nazwą wazopresyny jest hormon adiuretyny (ADH). ADH jest ważny w codziennym życiu, abyśmy nie wyschli. Zanurzenie tłumi ADH. Wydalanie zwiększa się, przynajmniej czasowo. Inny znany wpływ wypiera ADH z podobnym skutkiem: spożywanie mocnego alkoholu.

Bardziej ważną w Zjawisku 'Pi' substancją chemiczną jest ANF. Gdy zanurzenie centralizuje masę naszej krwi, górne komory naszego serca (przedsionki) nabrzmiwają od nadmiaru krwi. W celu zmniejszenia dodatkowej ilości, komórki przedsionków wydzielają substancję zwiększającą diurezę, blokują pragnienie, zwiększają natriurezę i uwalniają przeciwważący zestaw substancji chemicznych. Ponieważ wydzielanie ma miejsce do przedsionka i jest głównym czynnikiem w natriurezie, nazywane jest przedsionkowym czynnikiem natriuretycznym lub ANF. ANF jest szczególnym typem molekuł protein znanym jako peptyd i nazywany jest również przedsionkowym peptydem natriuretycznym (ANP).

### **Czynniki środowiskowe**

Diureza jest wyższa w ciągu dnia niż w nocy, pomocna rzecz, aby pozwolić na nocny sen, mniej lub bardziej głęboki. Słona woda, bardziej gęsta niż woda słodka, nieco zwiększa pływalność i diuretyczny efekt przemieszczenia płynu. Są to mniejsze czynniki.

Przy zimnym zanurzeniu, w celu zmniejszenia utraty ciepła, kurczą się naczynia krwionośne w kończynach. Krew centralizuje się i odczuwasz wielką potrzebę. Nie tak wielka diureza występuje w gorącej wodzie, takiej jak gorąca kąpiel, lecz stale występuje dopóki nie staniesz się wystarczająco ciepły i naczynia krwionośne przesuną krew ze środka ciała, aby wyrzucić ciepło. Zimno jest tak silnym czynnikiem, że odczuwasz efekt wkraczając pod zimny prysznic, nie zanurzając się wcale.

### **Czynniki osobiste**

Wysiłek zmniejsza diurezę poprzez szereg złożonych reakcji. Większa i szybsza diureza występuje u podmiotów starszych (w wieku 62-74) w porównaniu do młodszych (w wieku 21-28) w eksperymentach nad wiekiem i zanurzeniem, nawet przy takim samym przesunięciu krwi do centrum. Strach, lęk i stres emocjonalny dają nerwowe sygnały zwiększenia wydalania przez nerki.

### **Nieznane czynniki**

Chociaż diureza nie zmienia się z głębokością, zwiększa się ona w suchych komorach hiperbarycznych podczas badań nad głęboką saturacją. Nie wiemy dokładnie dlaczego, lecz może to być zwiększone ciśnienie i gęstość gazu oraz zmniejszona utrata wody przez skórę. Twoje ciało do usuwania wody wykorzystuje alternatywną drogę. Mit Zjawiska 'Pi' Nie jest prawdą, że włożenie rąk śpiącej osoby do wody (o dowolnej temperaturze) wywoła Zjawisko 'Pi' podczas snu.

### **Podsumowanie**

Zanurzenie nie jest jedynym warunkiem, więc diureza ma wiele przyczyn. Kombinacje wpływów mechanicznych, nerwowych, środowiskowych i chemicznych kontrolują objętość cieczy w zawiłych pętlach sprzężenia zwrotnego. Z drugiej strony, czasami jest po prostu tak, że gdy musisz pójść, to musisz pójść.