Санкт-Петербургский государственный университет

Минвалеев Ринад Султанович к.б.н., доцент кафедры физической культуры и спорта







#### КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ТЕПЛООТДАЧИ ПРИ ПОГРУЖЕНИИ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА В ХОЛОДНУЮ ВОДУ

Санкт-Петербург, 2022



TYM-MO (g Tum-Mo)



Йога внутреннего тепла Санскрит:

Чандали – «разъяренная женщина»



# Тибетская йога туммо

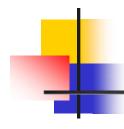






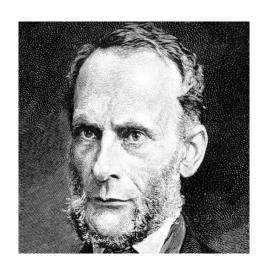


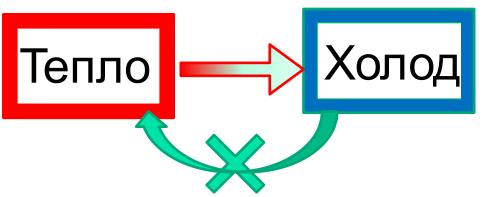
### Тибетская йога Туммо Второе начало термодинамики





∆S≥Q/T





«Теплота не может переходить сама собой от более холодного тела к более теплому» Р.Клаузиус, 1850



### Закон охлаждения Ньютона

### H=CS∆T

Н – скорость теплоотдачи в ккал/час

S – площадь поверхности в м<sup>2</sup>

∆Т – температурный градиент в °С

C – коэффициент охлаждения в  $\frac{\kappa \kappa a \pi}{4ac \cdot M^2 \cdot {}^{\circ}C}$ 

S =1.8 m² - Площадь головы (15%)=1.53m²



Санкт-Петербургский государственный университет Московский областной научно-исследовательский клинический институт им.М.Ф.Владимирского АНО ДПО «Институт традиционных систем оздоровления»

Минвалеев Р.С., Баранова Т.И., Землянухина Т.А., Богданов Р.Р., Климов В.И.













Санкт-Петербург, Москва 2022

### Сравнение теплоотдачи





 $C_w$  = 53.5 Bт/м²/°C (коэффициент теплоотдачи в холодную стоячую воду),  $S_w \approx 1.53 \,\mathrm{m}^2$ ,

 $T_R$  – внутренняя температура тела (в среднем 37°C)

 $T_{\rm O}$ — температура воды +10°C, t — время в холодной воде 30 мин,  $H_{\rm 1}$ = 53.5·(37-10)·1.53 ≈ 2210 ватт, или 1900 ккал в час, или **850 ккал** за ½ часа (30 мин)  $T_{\rm O}$ - температура воды +1,6°C, t – время в холодной воде 10-15 мин,  $H_2$ = 53.5·(37-1.6)·1.53 ≈ 2900 ватт, или 2494 ккал в час, или 415 ккал за 1/6 часа (10 мин), или **623 ккал** за ½ часа

### Теплоотдача на воздухе

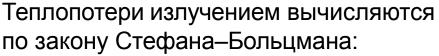
S<sub>h</sub>≈ 0.27 м<sup>2</sup> площадь поверхности головы, шеи и плеч  $C \approx 4$  ватт/м<sup>2</sup>/°С коэффициент теплоотдачи при охлаждении на воздухе при температурах +20 и -3°С



 $H_{1+}$ = 4·(37-20)·1.53 ≈ 18 ватт, или 16 ккал в час, или **8 ккал** за ½ часа

 $H_{2+}$ = 4·(37+3)·0.27 ≈ 43.2 ватт, или 37 ккал в час, или примерно 6 ккал за 1/6 часа (10 мин) и **9 ккал** за ¼ часа (15 мин).

## Теплоотдача излучением



$$P = \sigma \cdot \varepsilon \cdot S \cdot (T_{\kappa}^{4} - T_{\epsilon}^{4}),$$

где *P* – теплота, теряемая человеком посредством излучения при взаимодействии с окружающей средой,



 $T_{\kappa}$ — средневзвешенная температура кожи, которую с учетом отсутствия вазомоторных реакций в охлаждаемой голове примем 30°C,

 $\sigma$  – постоянная Стефана–Больцмана, равная 5.7·10<sup>-8</sup> Вт/м<sup>2</sup>/К<sup>4</sup>,

 $\varepsilon$  — поправочный коэффициент для кожи белого человека, равный приблизительно 0.55.

Тогда теплоотдача головы излучением в течение часа при  $T_e$ = –3°C с переводом градусов Цельсия в градусы Кельвина составит

 $P = 5.7 \cdot 10^{-8} \cdot 0.55 \cdot 0.27 \cdot (303.15^{4} - 270.15^{4}) ≈ 26.4$  ватт, или 22.7 ккал в час, или примерно **5.7 ккал** за ¼ часа (15 мин).

#### Теплоотдача с дыханием



Вдыхаемый воздух, имеющий температуру окружающей среды, например, +20 или -3°C нагревается в легких до 37°C (соответственно, на 17° или 40°). В состоянии покоя вентиляция легких составляет в среднем 8 л/мин или 120 л за ¼ часа (15 мин). Масса 120 л воздуха равна 0.147 кг или 147 г. Для того, чтобы нагреть эту массу на 17° или 40° потребуется всего 600 кал или 1400 кал, соответственно, или всего **0.6** или **1.4 ккал** (A).

Удельная теплоемкость воздуха очень мала (0.24 кал/г·°С), поэтому и теплопотери также незначительны.

### Вывод



- Итого, в сумме теплопотери при погружении в холодную воду по плечи при температуре воды  $+1.6^{\circ}$ С и температуре воздуха  $-3^{\circ}$ С в течении 15 мин составят ( $H_2$ +  $H_{2+}$ + P+ A) всего 623+9+5.7+1.4  $\approx$  **640 ккал**, что значительно меньше потери тепла только в холодной воде при температуре  $+10^{\circ}$ С, но в течении получаса (**850 ккал**).
- Количественная оценка теплопотерь при погружении в холодную воду необходима для достижения сопоставимых условий при холодовых испытаниях.
- Установлено, что преобладающие потери тепла определяются в большей степени временем холодовой экспозиции, нежели различием температурных условий.

### Благодарности

Автор выражает глубокую благодарность генеральному директору киностудии исторического фильма «Фараон» Ирине Архиповой, организатору и вдохновителю международных научно-исследовательских экспедиций в рамках ее авторского проекта «В поисках утраченных знаний» (c), направленного на поддержку отечественной науки, а также всем участникам научноисследовательских экспедиций «Русский Север 2019-2022».







### Благодарности



Автор также выражает равную благодарность всем членам Клуба моржей Серебрянного Бора Федерации Закаливания и Зимнего Плавания города Москвы, включая Валерия Климова, и лично председателю Клуба и президенту Федерации Андрею Замыслову.

