

TRAINING IM FOKUS

CRITICAL POWER SPEED

Die Beziehung zwischen der Leistung und der Belastungsdauer (vgl. Abb. 1) wurde 1925 erstmals thematisiert und ist heute weitestgehend anerkannt als ein fundamentales bioenergetisches Merkmal (Hill, 1925; Copp et al., 2010; Burnley, 2009).

Die aus dieser Beziehung abgeleitete **Critical Power (CP) oder Critical Speed (CS)** repräsentiert die **Grenze zwischen einer Belastung, unter welcher die physiologische Homoöstase aufrecht erhalten werden kann und einer Belastung, bei welcher dies nicht mehr möglich ist** (Jones et al., 2019).

Im Unterschied zu anderen leistungsdiagnostischen Methoden werden **Intensitätszonen nicht anhand von einzelnen metabolischen Parametern festgelegt** (wie z.B. dem Blut-Laktat). Stattdessen **vereint CP / CS metabolische, respiratorische und muskuläre Parameter**. Obwohl CP / CS für eine kritische metabolische Größe steht, **fußt die Definition alleine auf die Messung von mechanischer Arbeit und deren Belastungstoleranz** (Barker et al., 2006; Vanhatalo et al., 2016).

Daraus folgend hat diese Art der Diagnostik praktisch einen großen Vorteil in der Handhabung, da keine Laborapparaturen oder invasive Methoden von Nöten sind um CP / CS zu ermitteln. Sie lässt sich leicht in die Trainingsroutine einbauen und kann von erfahrenen Athlet:innen sogar ohne Begleitung durchgeführt werden.

Um die CP / CS zu bestimmen, stehen zwei verschiedenen Möglichkeiten zur Verfügung:

1. **Die konventionelle Methode** (Bishop et al., 1998; Hill, 1993; Poole et al., 1988; Vanhatalo et al., 2011)
 - mehrere hoch-intensive Testungen (beispielsweise 3-5)
 - dazwischen liegenden Pausen von mindestens 30min (Galbraith et al., 2014)
 - unterschiedliche Belastungsdauer
 - die kürzeste Testung mindestens 1min; die längste Testung höchstens 15min;
 - die maximal mögliche Anstrengung über die gewählte Belastungsdauer der Athlet:innen ist essentiell
 - möglichst konstante Leistung bzw. Geschwindigkeit über die Dauer der Tests
2. **Der All-In-All-Out Test** (Burnley et al., 2006; Vanhatalo et al., 2007; Simpson et al., 2015)
 - 3min
 - maximal mögliche Leistung bzw. Geschwindigkeit über den gesamten Zeitraum
 - die Leistung bzw. Geschwindigkeit, am Ende des Tests repräsentiert die CP / CS
 - die gesamte Arbeit, die über CP verrichtet wurde, repräsentiert W'
 - maximale Geschwindigkeit bereits am Start

Dieses Fact-Sheet wurde in der Zusammenarbeit mit Studierenden (Euler, A. & Sieder, F.) erstellt.

TRAINING IM FOKUS

Es ist von entscheidender Bedeutung, dass die zu testenden Athlet:innen hoch motiviert sind und vor der Testung gut über den Testverlauf und das Belastungsprotokoll informiert werden. Sie müssen verstehen, dass sie ihren **maximal möglichen Einsatz** zeigen müssen **während der gesamten Testdauer**. Die Trainer:innen, die den Test begleiten und protokollieren, dürfen keine Auskunft über die verbleibende Dauer während des Tests geben und die verbale Unterstützung sollte sich über den Testverlauf hinweg nicht verändern (bzgl. Ton, Enthusiasmus, Anfeuern).

Anwendungsfelder sind v.a. die **Einschätzung der physischen Leistungsfähigkeit** (insbesondere die Ausdauerleistungsfähigkeit), die **Trainingsplanung** und die **taktische Planung von Wettkämpfen** (Jones et al., 2019).

CP zeigt eine hohe **Korrelation mit der Ausdauerleistungsfähigkeit** (Black et al., 2014). Es konnte gezeigt werden das Elite Marathon Läufer:innen ca. 96% ihrer CS über die gesamte Dauer des Wettkampfs aufrecht erhalten können (Jones and Vanhatalo, 2017).

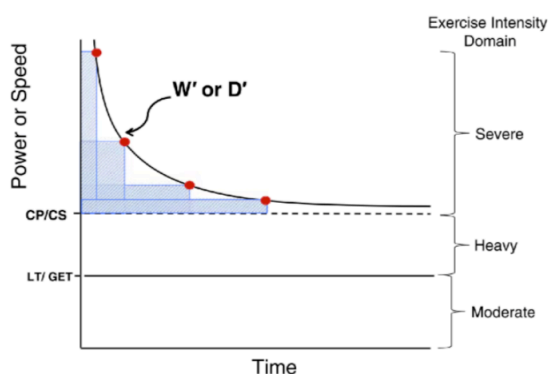
Belastungen oberhalb der CP / CS sollten im Wettkampfverlauf vermieden werden - außer es handelt es sich um den Endspurt (Jones et al., 2019)

Die Leistung bzw. Geschwindigkeit wird gegen die Belastungsdauer in einem Graphen aufgetragen. Ist die Testung valide kann beobachtet werden, dass die aufrechtzuerhaltende Leistung bzw. Geschwindigkeit mit dem Anstieg der Belastungsdauer erst rapide abnimmt und sich dann **asymptotisch einer Horizontalen nähert, welche die CP / CS repräsentiert**.

W' (vgl. Abb. 1) repräsentiert die **Summe der Arbeit, die über der CP / CS verrichtet werden kann, bevor es zur Erschöpfung kommt („der Reservetank“)**. Dieser „Reservetank“ kann unterschiedlich schnell leer sein, je nachdem wie hoch der Einsatz (Leistung / Geschwindigkeit) in dem bemessenen Zeitraum ist. W' kann wieder regeneriert werden, wenn die Belastung unterhalb der CP / CS liegt. Die Leistungsfähigkeit während einer intermittierenden Belastung ist von folgenden Faktoren abhängig: Die Intensität und die Dauer der Belastungsintervalle, sowie die Intensität und die Dauer der Erholungsphasen. Es zeigt sich, dass diese Faktoren höchst individuell Einfluss nehmen (Jones et al., 2019).

CP / CS kann durch kontinuierliches Ausdauer- und Intervalltraining verbessert werden (Gaesser und La Wilson, 1988). W' kann durch Sprint- und Krafttraining verbessert werden (Jenkins und Quigley, 2010).

Abb. 1 Power/Speed-Duration-Kurve, welche die Beziehung zwischen Leistung (Watt) bzw. Geschwindigkeit (m/s) und der Belastungsdauer darstellt (Poole et al., 2016).



Wie bereits vorher erwähnt, ist einer der großen Vorteile der CP / CS Tests, dass kein Laborsetting benötigt wird. In der Praxis werden oft keine eigenen Tests mehr gefahren, sondern es werden die benötigten Werte aus Trainings-/Wettkampfleistungen herausgezogen. Die gesamte Trainings- und Wettkampfdaten werden analysiert und die Bestleistungen über die jeweilige Zeit in Form einer Power-Duration-Curve dargestellt (Leo et al., 2021).

Literaturverzeichnis

- Barker, T., Poole, D. C., Noble, M. L., & Barstow, T. J. (2006). Human critical power-oxygen uptake relationship at different pedalling frequencies: Critical power-oxygen uptake relationship. *Experimental Physiology*, 91(3), 621–632. <https://doi.org/10.1113/expphysiol.2005.032789>
- Bishop, D., Jenkins, D., & Howard, A. (1998). The Critical Power Function is Dependent on the Duration of the Predictive Exercise Tests Chosen. *International Journal of Sports Medicine*, 19(02), 125–129. <https://doi.org/10.1055/s-2007-971894>
- Black, M. I., Durant, J., Jones, A. M., & Vanhatalo, A. (2014). Critical power derived from a 3-min all-out test predicts 16.1-km road time-trial performance. *European Journal of Sport Science*, 14(3), 217–223. <https://doi.org/10.1080/17461391.2013.810306>
- Burnley, M. (2009). Estimation of critical torque using intermittent isometric maximal voluntary contractions of the quadriceps in humans. *Journal of Applied Physiology*, 106(3), 975–983. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.91474.2008>
- Copp, S. W., Hirai, D. M., Musch, T. I., & Poole, D. C. (2010). Critical speed in the rat: Implications for hindlimb muscle blood flow distribution and fibre recruitment: Critical speed and skeletal muscle blood flow in the rat. *The Journal of Physiology*, 588(24), 5077–5087. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2010.198382>
- Gaesser, G., & Wilson, L. (1988). Effects of Continuous and Interval Training on the Parameters of the Power-Endurance Time Relationship for High-Intensity Exercise. *International Journal of Sports Medicine*, 09(06), 417–421. <https://doi.org/10.1055/s-2007-1025043>
- Hill, A. V. (1925). The Physiological Basis of Athletic Records. *Nature*, 116(2919), 544–548. <https://doi.org/10.1038/116544a0>
- Hill, D. W. (1993). The Critical Power Concept: A Review. *Sports Medicine*, 16(4), 237–254. <https://doi.org/10.2165/00007256-199316040-00003>
- Jenkins, D. G., & Quigley, B. M. (1990). Blood lactate in trained cyclists during cycle ergometry at critical power. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 61(3–4), 278–283. <https://doi.org/10.1007/BF00357613>
- Jones, A. M., Burnley, M., Black, M. I., Poole, D. C., & Vanhatalo, A. (2019). The maximal metabolic steady state: Redefining the 'gold standard'. *Physiological Reports*, 7(10), e14098. <https://doi.org/10.14814/phy2.14098>
- Parker Simpson, L., Jones, A., Skiba, P., Vanhatalo, A., & Wilkerson, D. (2014). Influence of Hypoxia on the Power-duration Relationship during High-intensity Exercise. *International Journal of Sports Medicine*, 36(02), 113–119. <https://doi.org/10.1055/s-0034-1389943>
- Poole, D. C., Burnley, M., Vanhatalo, A., Rossiter, H. B., & Jones, A. M. (2016). Critical Power: An Important Fatigue Threshold in Exercise Physiology. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 48(11), 2320–2334. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000939>
- Poole, D. C., Ward, S. A., Gardner, G. W., & Whipp, B. J. (1988). Metabolic and respiratory profile of the upper limit for prolonged exercise in man. *Ergonomics*, 31(9), 1265–1279. <https://doi.org/10.1080/00140138808966766>
- Vanhatalo, A., Black, M. I., DiMenna, F. J., Blackwell, J. R., Schmidt, J. F., Thompson, C., Wylie, L. J., Mohr, M., Bangsbo, J., Krstrup, P., & Jones, A. M. (2016). The mechanistic bases of the power-time relationship: Muscle metabolic responses and relationships to muscle fibre type: Critical power and muscle fibre types. *The Journal of Physiology*, 594(15), 4407–4423. <https://doi.org/10.1113/JP271879>
- Vanhatalo, A., Doust, J. H., & Burnley, M. (2007). Determination of Critical Power Using a 3-min All-out Cycling Test. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(3), 548–555. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31802dd3e6>
- Vanhatalo, A., Jones, A. M., & Burnley, M. (2011). Application of Critical Power in Sport. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6(1), 128–136. <https://doi.org/10.1123/ijsp.6.1.128>

Eine gut verständliche Erklärung von CP/CS und W':

<https://www.youtube.com/watch?v=86Sw3vOCq9U>