



WearCoach

Ref: Ares(2026)9328955 - 02/10/2026

D2.2 WEARABLE TECHNOLOGIES PROGRAM AND TRAINING MODULE



**Leading the
Way in
Wearable
Technologies
for Sports
Coaching**



Co-funded by
the European Union

Table of Contents

- List of Abbreviations
- Executive Summary
- How to Use This Manual
- Introduction
- Pedagogical Approach and Module Architecture
- **Module 1 — Fundamentals of Wearable Technology**
- **Module 2 — Real-Time Data Tracking**
- **Module 3 — Performance Optimization**
- **Module 4 — Injury Prevention**
- **Module 5 — Integration into Coaching Practice (Operational)**
- Conclusion and Next Steps
- References

List of Abbreviations

ACWR — Acute:Chronic Workload Ratio · CMJ — Countermovement Jump · CV — Coefficient of Variation · EACEA — European Education and Culture Executive Agency · ECG — Electrocardiogram · EMG — Electromyography · GDPR — General Data Protection Regulation · GNSS — Global Navigation Satellite System · GPS — Global Positioning System · HR — Heart Rate · HRV — Heart Rate Variability · HSR — High-Speed Running · ICCE — International Council for Coaching Excellence · IMU — Inertial Measurement Unit · LMS — Learning Management System · NSGB — National Sports Governing Body · PDCA — Plan-Do-Check-Act · PPG — Photoplethysmography · PSG — Polysomnography · RPE — Rating of Perceived Exertion · RTP — Return-to-Play · sEMG — surface Electromyography · sRPE — Session Rating of Perceived Exertion · S&C — Strength and Conditioning · TRIMP — Training Impulse · WCAG — Web Content Accessibility Guidelines

Executive Summary

Wearable technologies — heart-rate monitors, GPS units, inertial measurement units, smart textiles, and connected dashboards — have become widely available in elite sport over the past fifteen years, and are now reaching grassroots, youth, and para-sport contexts as costs fall. Yet a recurring finding across recent surveys is that the bottleneck to effective use is no longer the hardware. It is the coach's capacity to interpret data and convert it into defensible training decisions. This manual exists to close that gap.

The Wearable Technologies Program and Training Module presents a structured, modular curriculum across five units. Module 1 grounds coaches in sensor types, the device market, and the validity and reliability concepts they need to evaluate vendor claims. Module 2 develops practical data-tracking literacy — distinguishing internal from external load, reading dashboards, computing the core metrics (sRPE, TRIMP, ACWR) on a real session. Module 3 integrates wearable data into periodization and recovery management. Module 4 addresses injury prevention through load management, asymmetry detection, and an early-warning protocol, anchored by five worked case studies spanning professional football, university basketball, endurance sport, para-sport, and grassroots youth. Module 5 operationalises the program: it walks the coach through data governance, athlete communication, change management within multi-disciplinary staff, and the construction of a personalised 90-day integration plan. Module 5 also documents five flexible delivery pathways — self-paced, instructor-led, blended, microlearning, and train-the-trainer — making this curriculum deployable across very different organisational contexts.

The manual is designed for self-paced study and for instructor-led delivery, with blended options for accredited continuing-education programmes. Every module closes with reflective prompts that bridge to the WEARCOACH Self-Assessment Toolkit (D2.3) and the WEARCOACH mobile application (D2.4). Inclusion-by-design is structural: four personas (a grassroots youth coach, a university strength-and-conditioning coach, a professional league head coach, a para-sport coach) appear throughout, ensuring relevance across budgets, sports, and athlete populations.

The program does not promote any commercial device. Comparisons are organised by category and feature rather than by brand. The emphasis throughout is on evidence-based, transparent, and ethically defensible practice — treating wearable data as one input among many in the coach's professional judgment.

How to Use This Manual

This manual supports three primary use scenarios, plus two derived modes documented in Module 5.

Self-paced study (≈ 4 hours total): Read each module's narrative, attempt the in-text reflective prompts, complete the end-of-module quiz, and download the relevant templates from Annex A. Pace yourself to roughly one module per week, with one practical activity in your coaching environment between sessions.

Instructor-led workshop (one full day or two half-days): Each module supports a 90-minute facilitator-led session built around the corresponding slide deck (delivered separately). The Facilitator Guide (Annex B) provides hour-by-hour timing, discussion prompts, and small-group activities.

Blended programme (4 weeks): Coaches complete one module's reading and quiz asynchronously each week, then meet for a 60-minute live session focused on case discussion and applied practice. Suitable for university coach-education programmes and federation continuing-professional-development tracks.

The manual uses recurring symbols to help you navigate:

- *Learning objective*
- *Research evidence*
- *Worked case or example*
- *Ethical or legal consideration*
- *Practical tip*
- *Bridge to another WEARCOACH resource (D2.3 toolkit or D2.4 mobile app)*
- *Reflective prompt — you write here*

You do not need to read modules in order if a specific topic is more urgent. However, terminology defined in Module 1 is used throughout — newcomers will benefit from at least skimming it first.

Note on related WEARCOACH resources. This manual is Deliverable D2.2 and is released in project month M8. References to the WEARCOACH Self-Assessment Toolkit (D2.3), the WEARCOACH mobile application (D2.4), and the Pilot Testing Report (D2.5) indicate planned links within the wider project pathway. Where these resources are not yet released, coaches and facilitators should use the printable templates and activities included in or accompanying this manual. The digital and mobile versions will become available through the relevant later deliverables.

Introduction

Why this programme exists

Coaching is a craft built on observation, judgment, and the accumulated experience of working with athletes. Wearable technology does not change that. What it changes is the *resolution* of observation. A coach who can see, in near real time, that a player's heart rate has not recovered between sprints, or that a runner's high-speed distance over the past week is three standard deviations above the chronic average, is in a stronger position to make the next decision well. Wearable technology, used carefully, augments judgment. Used carelessly, it can replace judgment with numbers that are not understood — which is worse than not collecting them at all.

The WEARCOACH project is built on a documented gap. The literature consistently shows that coaches' confidence with wearable data lags behind device penetration. Bampouras, Esformes, and Reeves (2021) found that while access to wearable tools has grown sharply, coaches' perceived competence in interpreting outputs has not kept pace. The IOC consensus statement on monitoring (Bourdon et al., 2017) was emphatic that the value of any monitoring system depends entirely on the staff's capacity to act on what it produces. WEARCOACH's research report (Deliverable D2.1) confirmed these patterns in surveys with European coaches: most respondents had access to at least one wearable device; far fewer had received structured training in using it; only a minority operated under a written data-governance protocol.

This manual is the project's response. It is not a buyer's guide. It is a competency programme.

Who this is for

The primary audience is practising coaches across sport disciplines and competitive levels — from grassroots youth coaches to professional league head coaches, including parasport coaches and strength-and-conditioning staff. National Sports Governing Bodies (NSGBs), coach educators, and federation continuing-professional-development teams form the secondary audience, who will use this material to train others. Sport-science academics, policymakers, and athlete-development administrators may find the framework useful as a reference for curriculum design and policy alignment.

Scope and limits

This manual covers the *coaching* of wearable-data interpretation and integration. It does not duplicate medical, physiotherapy, or biomedical-engineering curricula; references to medical decision-making are kept deliberately at the level of “when to refer”, not “how to treat”. It does not endorse specific commercial products. It does not replace the consortium's research report (D2.1), self-assessment toolkit (D2.3), or mobile application (D2.4) — it complements them.

How this manual was developed

Content draws on a literature review of peer-reviewed sport-science publications, the WEARCOACH consortium's surveys and interviews with European coaches (D2.1), structured peer review by academic and practitioner contributors, and initial formative feedback from coaches and project partners in Türkiye, Estonia, and Norway. Formal field pilot testing of the training materials, toolkit, and mobile application will be conducted later under D2.5. All references are cited in APA 7th-edition format and listed at the end of the manual.

Pedagogical Approach and Module Architecture

This programme is built on four design principles drawn from adult-learning research.

First, andragogical relevance (Knowles, Holton, & Swanson, 2015). Adults learn best when content is anchored to immediate practical problems, draws on their existing experience, and is self-directed. Every module opens with a practical vignette and closes with a reflective prompt that asks the coach to relate the material to their own setting.

Second, experiential learning (Kolb, 2015). Each module moves through concrete experience (a vignette or case), reflective observation (in-text prompts), abstract conceptualisation (the theoretical material), and active experimentation (the templates, the quiz, the recommended in-the-field practice). Coaches who use only the theoretical material will get a partial benefit; those who complete the active components will get the full one.

Third, constructive alignment (Biggs & Tang, 2011). Learning outcomes, content, activities, and assessments are designed together so they pull in the same direction. Each module's quiz is calibrated to its stated objectives; each capstone activity is calibrated to the most demanding objective.

Fourth, Bloom's taxonomy as a progression scaffold (Anderson & Krathwohl, 2001). Module 1 establishes vocabulary and recognition. Module 2 brings these into application. Modules 3 and 4 require analysis and evaluation. Module 5 culminates in creation — the coach designs their own 90-day integration plan.

The five modules are tightly cross-linked: terminology defined in Module 1 is reused throughout; formulas introduced in Module 2 reappear in Modules 3 and 4; GDPR foundations from Module 1 are deepened in Module 5. Annex E documents this cross-referencing so coaches and translators can navigate the manual as a coherent whole.

The four recurring personas — Mehmet (grassroots youth football coach, Türkiye), Anna (university strength-and-conditioning coach, athletics, Northern Europe), Kjell (professional-league head coach with full performance staff, Norway), and Zeynep (wheelchair-basketball coach, Türkiye) — appear across modules. Their role is structural: each module's vignettes draw on at least two of them, ensuring that examples cover grassroots and elite, individual and team, ambulatory and para-sport contexts.

Module 1 — Fundamentals of Wearable Technology

Learning objectives. By the end of this module, the coach will be able to: 1. Define and classify the main families of wearable technology used in sport and distinguish sensor types by what they measure. 2. Explain the journey of data from athlete to sensor to platform to coaching decision. 3. Critically evaluate the value and limitations of wearable technology in coaching, applying the concepts of validity, reliability, and ecological validity. 4. Apply a multi-criteria selection matrix to a realistic device-choice scenario. 5. Recognise baseline ethical and GDPR obligations when introducing wearables to athletes.

1.1 A brief evolution of wearable technology in sport

Wearable monitoring has roots in clinical instrumentation rather than sport. The Holter monitor, a portable ECG recorder developed in the 1950s, established the principle that physiological signals could be captured during free-living activity. Mechanical pedometers, popular by the 1960s, did the same for ambulatory activity counts. Heart-rate chest straps reached the consumer sport market with Polar's launch of the Sport Tester in the early 1980s, opening structured heart-rate-based endurance training to recreational and competitive athletes. GPS-based athlete tracking emerged in elite team sport in the early 2000s, initially as backpack-worn units in rugby and Australian football. Inertial measurement units — small packages combining accelerometer, gyroscope, and magnetometer — have followed a similar trajectory from research instrumentation to mainstream coaching tools over the past decade. The next wave includes smart textiles (sensors woven into garments), continuous biochemical monitoring (notably continuous glucose monitors transitioning from clinical to performance contexts), and increasingly sophisticated optical sensing in consumer-grade watches and rings.

The pattern across this 70-year arc is not “technology pushed to coaches”; it is “coaches and researchers asked questions that needed instrumentation to answer”. The implication for the practising coach is simple: when you encounter a new wearable, ask first what *coaching question* it is trying to answer. If you cannot articulate that question for your own sport and athletes, the device is unlikely to change your practice.

1.2 Sensor types and what they actually measure

Coaches often hear sensors named and conclude they understand them. The deeper competence is knowing what each sensor *physically* measures, and what the device then *derives* from that measurement. The two are often confused, leading to overconfidence in derived metrics whose underlying signal is noisy.

Accelerometers measure linear acceleration along one, two, or three axes. From accelerometer data alone, devices estimate step counts, impacts, and certain composite “load” metrics. The signal is robust but ambiguous: vibration from a vehicle and a footstrike can look similar at low sampling rates.

Gyroscopes measure angular velocity — the rate of rotation about an axis. Combined with accelerometers in a tri-axial IMU, they enable orientation estimation and motion-pattern recognition (jumping, change of direction, gait phases).

Magnetometers measure the local magnetic field, used as a compass reference and to correct drift in orientation estimates. They are sensitive to nearby ferrous metal and electronic noise, which limits their reliability in indoor sport environments.

Optical photoplethysmography (PPG) sensors shine green or infrared light into tissue and measure the variation in reflected light caused by pulsatile blood flow. Wrist-based watches and arm-band heart-rate monitors use PPG. The signal is sensitive to motion

artefacts, skin tone, peripheral vasoconstriction, and the tightness of the device against the skin.

Electrocardiogram (ECG) electrodes measure the electrical activity of the heart directly. Chest-strap heart-rate monitors typically use a one-lead ECG approach. The signal is generally more accurate than PPG, especially during dynamic exercise, but requires direct skin contact and tolerance of the strap.

GPS/GNSS receivers triangulate position from satellites. Accuracy depends on the number and geometry of visible satellites, the receiver's chipset quality, atmospheric conditions, and the local environment (open field versus urban canyon versus indoors). GPS-derived metrics such as total distance and high-speed running distance are robust in open outdoor sport; they degrade or fail indoors.

Surface electromyography (sEMG) sensors measure the electrical activity of muscle through the skin. Used to estimate muscle activation and fatigue, though signal quality is highly sensitive to electrode placement, skin preparation, and motion.

Temperature sensors and galvanic skin response sensors capture skin temperature and electrodermal activity, used in some recovery- and stress-monitoring devices.

A practical clarifying distinction:

Concept	What it is	Example
Measured quantity	The raw physical signal a sensor captures	Acceleration on three axes (m/s ²)
Derived metric	A processed output computed from measured quantities	PlayerLoad, total distance, sprint count
Inferred construct	A coaching concept the metric is taken to represent	"External load", "neuromuscular fatigue"

The further you travel from measured quantity toward inferred construct, the more layers of assumption you accumulate. When two devices report "different" PlayerLoad values for the same drill, the answer is usually that they are using different proprietary derivation formulas — not that one is wrong and one is right.

1.3 Mapping the device market: category-based comparison

Rather than ranking brands, the most durable way to teach the device market is by category. The table below is indicative; specific models change quickly, but the categories and the questions they invite are stable.

Category	Typical use	Typical price band (per unit)	Strengths	Limitations
Chest-strap HR monitor (ECG)	Endurance training, group HR monitoring	€40–120	High accuracy in dynamic exercise; affordable	Athlete comfort; requires direct contact
Optical wrist HR / consumer multi-sport watch	Endurance, everyday monitoring, sleep	€150–700	Comfort; integrated GPS, sleep, HRV	Accuracy in high-motion activity is variable
GPS team vest (single-sport, professional)	Outdoor team sport monitoring	€800–2,500/unit + platform fees	High-quality GNSS; integrated dashboards	Cost; lock-in to platform
IMU patch / pod	Asymmetry, jump analysis, gait	€150–600	Targeted biomechanics; portable	Narrower use case; software dependent
Smart textile (HR or EMG-enabled garment)	HR + EMG in dynamic sport	€200–1,500	Garment-integrated; comfortable	Durability; washing; sensor quality varies
Sleep- and recovery-focused ring or band	Continuous HRV, sleep	€200–500 + subscription	Continuous wear; HRV trends	Sleep-stage accuracy

Category	Typical use	Typical price band (per unit)	Strengths	Limitations
Smartphone-based monitoring	Grassroots, low-budget contexts	€0–50 (apps)	No additional hardware	vs. PSG is partial Accuracy depends on phone sensors

1.4 Validity and reliability for coaches who are not researchers

Three plain-language definitions every coach needs:

Validity asks whether a device measures what it claims to measure. A GPS unit that reports total distance is valid for that purpose if it agrees with a gold-standard reference (a measured track, for example) within an acceptable margin.

Reliability asks whether a device gives consistent results when conditions are stable. A device that gives different total-distance readings for the same athlete running the same route on two consecutive days is unreliable.

Ecological validity asks whether validity and reliability established in a laboratory hold up in real coaching conditions — wind, sweat, contact, indoor versus outdoor, gripped objects, weather.

Research evidence. Sperlich and Holmberg (2017) wrote a brief but influential editorial in the *British Journal of Sports Medicine* warning that “wearable, yes, but able...” — the gap between marketed performance and validated performance is often large. Dürking, Hotho, Holmberg, Fuss, and Sperlich (2016) found systematic accuracy issues across commercially available wearables when assessed against criterion measures. Akenhead and Nassis (2016) documented that coaches’ decisions about monitoring tools are made under significant uncertainty about validation status.

How to read a validation study abstract in five minutes. Look for: (a) sample — who was tested, in what sport, at what intensity; (b) gold standard — what the device was compared against; (c) statistic — mean bias and limits of agreement, not just correlation; (d) ecological match — were conditions like yours? If a device was validated only at slow treadmill speeds, do not assume it generalises to sprint training.

1.5 First-look ethics and GDPR — the consent baseline

What every coach must understand before turning a device on.

Under the European Union’s General Data Protection Regulation (Regulation 2016/679), personal data is any information relating to an identifiable natural person. Health data — heart rate, biomechanical data, sleep, training load — is treated under Article 9 as a *special category* of personal data, requiring stricter handling. The minimum operational implications:

- You must have a clear lawful basis for processing the data (Article 6) and an explicit basis for processing the health data (Article 9), most commonly *explicit consent* in a sport-coaching setting that is not a medical context.
- Consent must be informed (the athlete understands what is collected, why, with whom it is shared, for how long) and freely given (no coercion from selection pressure).
- Minors require additional protections: parental or guardian consent, simpler explanations adapted to the athlete’s age.
- You must apply *data minimisation* — collect only what you need.
- You must define and communicate retention periods (how long the data is kept).
- You must have a plan for what happens if there is a breach: under GDPR, certain breaches must be reported within 72 hours.

Module 5 deepens the operational treatment of governance. For Module 1, the operational rule is simple: do not deploy a device without an informed consent process in place.

Reflective prompt — Module 1

Take five minutes. Write down: (a) one wearable device you currently use or are considering, (b) the sensor(s) it contains and what physical quantity each measures, (c) one coaching question this device should help you answer, and (d) one limitation of the device for your sport and athletes. Keep this note; you will refer to it in Module 5.

Quick self-check — Module 1 (sample items; full bank in Annex C)

1. Which of the following is a measured physical quantity rather than a derived metric?
(a) Total distance (b) Linear acceleration (c) PlayerLoad (d) Sprint count
2. Under GDPR, heart-rate data is most appropriately classified as: (a) ordinary personal data (b) special-category personal data (c) anonymous data (d) public data
3. A wearable that produces accurate results in a laboratory but unreliable results during outdoor team training has limited: (a) reliability (b) ecological validity (c) precision (d) sensitivity

 **Bridge to D2.3.** Before moving to Module 2, use the Module 1 section of the Self-Assessment Toolkit (D2.3) to rate your confidence with sensor terminology and device selection. Areas you score below 3/5 are worth a re-read.

Module 2 — Real-Time Data Tracking

Learning objectives. By the end of this module, the coach will be able to: 1. Distinguish internal from external load and select appropriate metrics for a given sport. 2. Compute sRPE, TRIMP, and ACWR from raw session data using the formulas given. 3. Interpret the five canonical visualisations used in monitoring dashboards. 4. Diagnose common data-quality issues and apply basic filtering rules. 5. Decide what information to share with athletes in real time and what to defer.

2.1 Internal load versus external load — the Impellizzeri–Marcora framework

The single most important conceptual distinction in modern athlete monitoring is between *external load* — what the athlete *did*, measured in physical terms (kilometres covered, sprints, accelerations, weight lifted, repetitions) — and *internal load* — the biological cost the athlete *experienced* in doing it (heart rate, perceived exertion, hormonal response). External load is the dose prescribed by the coach. Internal load is the body's response to that dose. **Research evidence.** Impellizzeri, Marcora, and Coutts (2019) revisited their original framework fifteen years on and emphasised that monitoring systems built only on external load metrics miss the individual variability that determines training adaptation and injury risk. Two athletes performing the same prescribed session experience different internal loads depending on fitness, fatigue, sleep, environment, motivation, and a dozen other factors. The coach who tracks only external metrics is tracking only half the picture.

The framework has direct practical consequences:

- Comparing two athletes' responses to "the same session" using only external metrics is misleading; you are comparing prescription, not response.
- Tracking internal load over time (sRPE, HR-derived TRIMP) lets you see when a previously well-tolerated dose has become a strain.
- The internal-external comparison is in itself diagnostic: an external load that is *unchanged* but produces a *higher* internal load is one of the clearest early signals of accumulated fatigue.

2.2 Live data feeds — what dashboards actually offer

Modern team-monitoring platforms provide real-time feeds that follow a common architecture: GPS and accelerometer signals stream from athlete-worn devices to a base station, are processed locally and/or in the cloud, and surface on the coach's tablet within seconds. Brand-specific implementations (Catapult OpenField Live, STATSports Apex Live, Polar Team Pro Live, and others) vary in detail; the generic features a coach should expect are:

- Per-athlete live metrics (HR zones, total distance, high-speed running, accelerations/decelerations, PlayerLoad-type composite).
- Customisable thresholds that trigger visual alerts (colour change, audible alarm).
- Drill or period segmentation so post-session analysis aligns with the session plan.
- Export of raw and processed data for further analysis.

The honest reality: not every "live" metric is reliable enough to act on within seconds. Heart rate, distance, and impacts update with sufficient stability. Composite metrics with smoothing windows (some PlayerLoad variants, some asymmetry indices) are more meaningful as session totals than as live readouts. As a rule of thumb: in real time, trust simple metrics; trust composites at session debrief.

2.3 Dashboard literacy — reading five visualisation families

Most dashboards use a recurring set of visualisations. Coaches who can answer the same question — “what is this picture telling me?” — across the five families are dashboard-literate.

Time series. The horizontal axis is time; the vertical axis is a metric (e.g. heart rate).

Strengths: shows trends, peaks, recoveries. Watch for: y-axis scaling that exaggerates or suppresses variation.

Heat map. Spatial intensity, most often used in field sport (zones of the pitch where activity was concentrated). Strengths: spatial coverage, tactical insight. Watch for: heat maps include both running with the ball and running without; they do not reflect tactical intent on their own.

Radar (spider) chart. Multi-axis comparison of metrics for one athlete or one session, often used for athlete profiles. Strengths: at-a-glance multidimensional view. Watch for: arbitrary axis scaling that visually distorts apparent strengths.

Box plot. Distribution of a metric across the squad, with median, quartiles, and outliers.

Strengths: surfaces outliers immediately. Watch for: small squad sizes make box plots unstable; treat with caution under $n = 10$.

Scatter plot. Two metrics plotted against each other to surface relationships (e.g. weekly sRPE versus session HR). Strengths: shows correlation and outliers in two-dimensional space. Watch for: correlation is not causation; never act on a scatter pattern alone.

2.4 Data quality, anomalies, and the discipline of scepticism

Before any decision is made on a metric, the coach checks the data. The most common quality issues:

- **GPS dropout indoors and in dense environments.** Indoor halls or stadiums with heavy steel structures produce intermittent satellite signal. A drill where a player apparently covered 50 metres in 10 minutes was almost certainly indoors; treat the metric as missing.
- **Motion artefact in optical HR.** Wrist-based PPG sensors give erratic readings during gripping tasks, vibrations, and short high-intensity bursts. If a player's HR shows a 20-bpm jump and drop within five seconds, scepticism is warranted.
- **Sensor drift.** Long sessions, hot conditions, or sweat-saturated chest straps produce gradually distorted readings. Compare end-of-session HR with start-of-session HR at similar effort.
- **Time-sync issues across devices.** When data from multiple devices are aligned, small clock offsets can confuse derived metrics.
- **Missing or partial files.** A coach who learns to spot a 73-minute file labelled “90 minutes” before computing weekly load is a coach whose weekly reports are more trustworthy.

The discipline: a metric that looks too good, or too bad, to be true probably is.

2.5 Real-time feedback to athletes — the timing question

Just because a coach can see a metric live does not mean the athlete should see it live.

Three questions:

What? Some metrics are actionable in real time (HR for pacing, distance covered for substitution decisions). Others are not (HRV, sleep — these are pre-session inputs). Share what is actionable.

When? During a drill, the athlete is executing; metric talk is a distraction. Between drills or at the end of a block, brief metric-anchored feedback (“your HR didn't come down between reps; rest longer next time”) is well placed. Trend feedback (“your HRV has been declining for a week”) belongs in a one-to-one debrief, not on the touchline.

How? Frame metrics as information, not verdicts. “Your sprint count was high today — let's protect tomorrow” lands differently from “You overworked.” Negative-news framing scripts are covered in Module 5.

Practical lab — Stat Pack #1

Worked computation. A 60-minute training session for an athlete returns:

- Total distance: 6,800 m
- High-speed running (>19.8 km/h): 720 m
- Average HR: 152 bpm; Max HR observed: 188 bpm; Resting HR: 56 bpm
- RPE (Borg CR-10): 7

Computed metrics:

- **sRPE** = RPE × duration (min) = 7 × 60 = **420 arbitrary units (AU)**
- **TRIMP (Banister, simple form)** = duration × HR fraction × weighting, where HR fraction = $(\text{HR}_{\text{avg}} - \text{HR}_{\text{rest}}) / (\text{HR}_{\text{max}} - \text{HR}_{\text{rest}})$. HR fraction = $(152 - 56) / (188 - 56) = 96 / 132 = 0.727$. Using a typical weighting factor that accounts for non-linear HR response (Banister's exponential form), TRIMP for this session approximates **94 AU**. (See Banister, 1991, for the full equation; commercial implementations vary in the exponential factor.)
- **ACWR**. Suppose this athlete's chronic load (28-day rolling average of weekly sRPE) is 2,400 AU. This week's acute load (7-day total sRPE) is 3,300 AU. $\text{ACWR} = 3,300 / 2,400 = \mathbf{1.375}$. This sits at the upper edge of the often-cited "sweet spot" ($\approx 0.8\text{--}1.3$) and warrants attention; whether it warrants intervention depends on the athlete's individual history and the surrounding context (see Module 4 for full treatment, including critiques of the framework).

Practical tip. The first time you compute ACWR by hand, it feels laborious. A spreadsheet template (Annex A, Template A4) automates this for a squad. The point of doing it by hand once is to internalise *what the number means*, not to make hand calculation a habit.

Module 3 — Performance Optimization

Learning objectives. By the end of this module, the coach will be able to: 1. Establish an individualised athlete baseline and define personalised reference ranges. 2. Integrate wearable-derived metrics into linear, block, and undulating periodisation at micro-, meso-, and macrocycle levels. 3. Interpret recovery indicators (HRV, sleep, perceived wellness, CMJ) and synthesise them into a recovery judgment. 4. Design a wearable-informed tapering plan for a competition peak. 5. Evaluate the marginal value of adding a new metric against the cost of measurement burden.

3.1 Building an athlete baseline that is actually meaningful

A baseline is not a single number. It is a distribution. To say “this athlete’s resting HRV is 70 ms” is uninformative; to say “this athlete’s resting HRV averages 70 ms with a standard deviation of 6 ms over the past four weeks” is the start of a useful reference.

The protocol that delivers usable baselines:

- Collect data for at least 4–6 weeks before drawing inferences.
- Standardise measurement conditions (HRV: first thing in the morning, supine, controlled breathing, before caffeine; sleep: same wearable each night).
- Compute the individual mean and standard deviation for each metric.
- Define personalised reference ranges, typically ± 1 SD from the individual mean for “within normal range”, and ± 2 SD for “anomaly worth investigating”.

Research evidence. Plews, Laursen, Stanley, Kilding, and Buchheit (2013) demonstrated that HRV interpretation must be rooted in the individual: population norms are misleading because between-athlete variability dwarfs within-athlete day-to-day variability for the athletes whose training adaptation matters most. The principle generalises across metrics: *compared to themselves, not to the squad.*

Practical tip. A useful structure is a one-page “individual athlete profile” (Annex A, Template A3) that displays the mean, SD, and current value for each tracked metric, with a traffic-light indicator. This document is the coach’s morning-meeting reference.

3.2 Wearable data inside periodisation frameworks

Classic periodisation models — linear, block, undulating, conjugate — were designed before continuous monitoring. They are not replaced by wearables; they are *augmented*.

Microcycle (one week). Wearables enter the microcycle through *daily readiness*. Each morning, the coach reads HRV, sleep, and wellness; categorises the athlete as green, amber, or red; and adjusts the day’s session accordingly. The decision rules are pre-defined (see Template A8) so the call is not improvised under pressure.

Mesocycle (3–6 weeks). Wearables enter the mesocycle through *progressive overload management*. The coach plans week-by-week increases in load (typically 5–10% per week within a block). Weekly load reports compare planned versus actual external load and observed internal-load response, allowing the coach to see whether the planned progression is being tolerated.

Macrocycle (one season). Wearables enter the macrocycle through *long-arc adaptation tracking* — for example, declining resting HR at the same training load suggests cardiorespiratory adaptation; stable CMJ height across a heavy block suggests neuromuscular preservation under load.

The principle: data does not write the plan. Data tells you whether the plan you wrote is doing what you intended.

3.3 Recovery metrics — what they show and what they do not

Three recovery domains, none sufficient on its own.

Heart rate variability (HRV). HRV reflects autonomic nervous system status — broadly, the balance between sympathetic (mobilisation) and parasympathetic (recovery) input to the heart. Higher resting HRV, in general and over time, indicates parasympathetic dominance consistent with recovered status. Lower HRV, particularly a sustained downward trend, indicates accumulated stress. Caveats: HRV is sensitive to alcohol, illness, life stress, and the measurement protocol; a single day's reading should never trigger action — the trend over 5–7 days is what matters.

Sleep. Total sleep time, sleep efficiency (time asleep divided by time in bed), and time in each sleep stage are reported by most consumer wearables. Total sleep time and sleep efficiency are reasonably reliable in research validation against polysomnography (PSG); stage classification (deep, REM, light) is less accurate from consumer devices, and coaches should be cautious about acting on stage-level data. The actionable rule: track total sleep time and efficiency; treat stage data as suggestive, not definitive.

Research evidence. Walsh, Halson, Sargent, Roach, and colleagues' 2021 expert consensus on sleep and the athlete provides the most current and authoritative practitioner reference. Coaches should be familiar with its core recommendations: pursue 7–9 hours nightly as a baseline; protect sleep on competition eve; treat persistent sleep disturbance as a wellbeing issue requiring intervention.

Subjective wellness. A simple morning questionnaire — five items rated 1–5: sleep quality, fatigue, soreness, mood, stress — costs nothing and adds the athlete's own experience to the picture. Saw, Main, and Gastin (2016) showed that subjective measures often outperform objective ones for tracking acute training response. Coaches who rely only on devices and never ask the athlete are missing the most informative signal.

The discipline of *triangulation*: never act on one metric alone. HRV down, sleep fine, wellness fine = monitor, perhaps a single life-stress event. HRV down, sleep declining, wellness declining = intervene.

3.4 Tapering with wearable confirmation

Tapering reduces accumulated fatigue while preserving fitness, allowing peak performance at a competition. Mujika and Padilla's (2003) reviews remain the foundational reference: optimal taper typically reduces training *volume* by 41–60% over 8–14 days, while maintaining or even slightly increasing *intensity*, and reducing *frequency* only modestly.

Wearable data adds confirmation — not redesign. During a well-executed taper, expect:

- **HRV** to rise as parasympathetic recovery exceeds training-induced sympathetic load.
- **Subjective wellness** to improve (mood up, fatigue down, soreness down).
- **CMJ height** to rise modestly as neuromuscular freshness returns.
- **Resting HR** to drift down slightly.

If the data shows the opposite — HRV declining, wellness worsening — during the taper, the plan is not working. The coach should investigate: is residual fatigue greater than expected? Is the athlete sleeping poorly? Is life stress confounding the picture? The intervention is not “ignore the plan”; it is “diagnose and adjust”.

Worked example. A 14-day taper for an 800-metre runner: volume reduced from 60 km/week (baseline block) to 30 km/week at day –14, then 22 km/week at day –7, then 12 km/week in the final week. Intensity preserved — race-pace work continued at full effort, reduced in volume. Through the taper, the athlete's HRV moved from 65 ms (baseline mean) to 71 ms by day –5; CMJ height rose from 38 cm to 40 cm; subjective wellness composite rose from 3.6/5 to 4.2/5. The data confirmed the taper was working. On race day, the athlete ran a personal best.

3.5 The measurement-burden trade-off

The most-ignored design question in monitoring is: *what is the cost of measuring this?*

- Athlete time (morning HRV measurement adds 5 minutes per day per athlete).
- Equipment cost and maintenance.
- Staff analysis time.

- Risk of *number anxiety* — athletes becoming preoccupied with their own metrics in unhelpful ways. This risk is non-trivial, particularly among adolescents and athletes prone to perfectionism.

Before adding any metric, ask honestly: *what decision will this change?* If the answer is “none”, the metric should not be in the system. A small set of well-used metrics outperforms a large set of unused ones.

Module 4 — Injury Prevention

Learning objectives. By the end of this module, the coach will be able to: 1. Identify modifiable injury risk factors detectable through wearable data and link each to its evidence base. 2. Compute ACWR, training monotony, and training strain, applying defensible thresholds while acknowledging current debates. 3. Detect biomechanical asymmetries from IMU data and prescribe corrective intervention or referral. 4. Construct an early-warning system for a chosen sport with clear escalation protocols. 5. Manage return-to-play progression using wearable confirmation alongside clinical judgment.

4.1 Injury epidemiology and the role of monitoring

Injury rates in sport are sport-specific. In professional football, time-loss injury incidence is typically reported around 6–9 per 1,000 hours of exposure, with hamstring strains the single largest category in most studies. In running, lower-limb overuse injuries dominate, with annual incidence among recreational runners often above 20%. In contact and combat sport, the profile shifts toward acute joint injuries.

What matters for the coach is the distinction between modifiable and non-modifiable risk factors. Non-modifiable factors include age, prior injury history, anatomical features. Modifiable factors include training load progression, sleep, asymmetry, recovery practices, and conditioning level. Wearable monitoring affects the modifiable factors; it does not change the non-modifiable ones. A coach who understands this distinction sets realistic expectations: monitoring reduces risk, it does not eliminate it.

4.2 Load management and the injury–training paradox

Research evidence — and the current debate. Gabbett's 2016 *British Journal of Sports Medicine* paper, “The training–injury prevention paradox”, remains the most cited single article in this domain. Its core argument: under-prepared athletes are at risk, *and* over-loaded athletes are at risk; the relationship between training load and injury is U-shaped or inverted-U. The Acute:Chronic Workload Ratio (ACWR) — the ratio of the last 7 days' load to the rolling 28-day average — was proposed as a practical tool, with the often-cited “sweet spot” of approximately 0.8–1.3.

Subsequent work has both supported and challenged this framework. Bowen, Gross, Gimpel, Bruce-Low, and Li (2020) found, in three seasons of English Premier League data, that ACWR spikes were associated with a 5–7-fold injury risk. Drew and Finch (2016) systematically reviewed the broader load-injury literature with broadly consistent findings. However, Impellizzeri, Tenan, Kempton, Novak, and Coutts (2020) raised conceptual and statistical objections, arguing that ACWR's mathematical properties (it is a ratio with overlapping numerator and denominator) can produce spurious associations, and that schedule confounding — heavy weeks tend to follow heavy weeks for non-load reasons — can distort the apparent relationship. Bornn, Ward, and Norman (2019), in a causal analysis, made a similar argument.

The honest synthesis for a practising coach: **ACWR is a useful prompt, not a verdict.** Spikes are worth investigating. Sustained ACWR > 1.5 warrants caution. But do not treat a single ACWR number as a yes/no injury predictor. Use it alongside the athlete's history, the subjective wellness picture, and your own knowledge of the training context.

Two further metrics from Foster (1998):

Training monotony = mean daily load / standard deviation of daily load (over a week).

Higher monotony means a more uniform load pattern; lower means more variation.

Sustained high monotony, especially at high mean load, has been associated with elevated illness and overreaching risk.

Training strain = weekly load × monotony. Combines volume and uniformity into a single index. Useful as a tracking metric over weeks; less useful as a single-week decision input.

4.3 Asymmetry and movement-quality red flags

Inertial measurement units placed on the lower limbs, or instrumented force plates, can quantify side-to-side differences during standardised tests:

- **Jump-landing asymmetry.** A countermovement jump performed on dual force plates (or with two unilateral IMUs) reveals the percentage difference in vertical ground reaction force, contact time, or jump height between the dominant and non-dominant leg. Asymmetries above approximately 10–15% are commonly flagged for follow-up.
- **Sprint asymmetry.** Step length, contact time, or impulse differences between legs during sprinting, captured by IMUs.
- **Deceleration mechanics.** Asymmetric braking force at change of direction, particularly relevant for ACL injury research.

The coach's role with asymmetry data is *triage*: identify, document, and refer for fuller assessment if the asymmetry is large, persistent, or accompanied by symptoms. Coaches without specific biomechanics training should not attempt corrective prescription from asymmetry data alone.

4.4 Designing an early-warning system

A useful early-warning system is sport-specific, has a small number of high-signal inputs, defines thresholds in advance, and assigns pre-decided actions to each threshold.

Step 1 — Choose 3–4 inputs. For an outdoor team sport: ACWR (load), sRPE-based weekly strain, sleep duration, subjective wellness. For an endurance individual sport: ACWR, HRV trend, sleep, subjective wellness. For an indoor team sport without GPS: sRPE-based weekly load, ACWR computed from sRPE, sleep, subjective wellness.

Step 2 — Set personalised thresholds. Use the individual baseline approach from Module 3. A drop of one standard deviation in HRV is one yellow flag; two standard deviations is orange; three is red. Set thresholds for each chosen input.

Step 3 — Define escalation tiers. A single yellow flag may warrant only observation. A combination of yellow flags across multiple inputs warrants intervention. An orange or red on any single input warrants immediate review.

Step 4 — Pre-decide actions. For each tier, agree in advance what happens. Yellow: monitor, ask the athlete. Orange: modify the session (reduce intensity or volume by a predetermined amount), discuss with the athlete. Red: substitute the session, escalate to medical staff for review. The point of pre-deciding is that you remove improvisation from the moment of pressure.

Step 5 — Brief everyone. Athletes and staff are told the system. When an orange flag fires, the athlete already knows the response is “modify, not punish”. This removes resistance and embeds the system in the squad culture.

A working early-warning checklist is provided in Annex A (Template A9).

4.5 Five worked case studies

Each case illustrates the framework in a different context. All cases are anonymised; data shapes are realistic and consistent with the published literature.

Case 4.5.1 — Hamstring strain reduction in a professional football club via GPS-informed load management

Context. A second-division European football club with a squad of 28 senior players, full GPS team monitoring (10 Hz units), and an integrated S&C and medical staff. Hamstring strains had accounted for 41% of soft-tissue absences over the previous two seasons — typical of the sport, but high in the club's view.

Intervention. Across the new season, the medical and S&C staff defined individualised high-speed running (HSR; >19.8 km/h) caps for each player based on a 28-day rolling chronic exposure. Weekly HSR was constrained to no more than 1.5× each player's chronic

average. Players in the “high-risk window” (returning from injury, accumulated fatigue) received tighter caps. The intervention required substantive coaching-staff buy-in, because some players’ training volumes were reduced — including occasional substitution decisions during matches when individual caps were approached.

Outcome. Across the season, hamstring time-loss incidence fell from the prior season’s baseline, with no observable decrement in match physical output at the team level. The staff was honest in their internal review: squad turnover, schedule density, and routine variability also changed across seasons, so a single-season comparison cannot isolate the load-cap intervention. The case is presented here not as proof of causation but as an illustration of the system in operation.

Coaching takeaway. Load management requires individual thresholds, predefined actions, and staff buy-in across coaching and medical functions. It also requires intellectual honesty about what an internal evaluation can and cannot establish.

Case 4.5.2 — University basketball: HRV early-warns overtraining in a starting point guard

Context. A North American Division-I women’s basketball team. The starting point guard, in her senior year, wore an HR-and-HRV-capable chest strap nightly for resting HRV measurement. Baseline HRV averaged 78 ms with a standard deviation of 7 ms across the preseason.

Presenting data. During a three-week stretch with five matches and a heavy practice schedule, HRV trended downward week over week: week 1 mean 71 ms, week 2 mean 65 ms, week 3 mean 58 ms — a 25% drop from baseline. Concurrent inputs: subjective wellness composite declined from 4.2 to 3.4; sleep efficiency declined from 92% to 84%; CMJ height fell from 42 cm to 38 cm.

Decision. The S&C coach, in consultation with the head coach, reduced conditioning volume by approximately 40% across the following week, increased active recovery sessions, and protected the player’s sleep window by adjusting travel itinerary for an away game. No match minutes were reduced.

Outcome. Within ten days, HRV returned to 73 ms (within one SD of baseline); wellness, sleep, and CMJ returned to baseline ranges. The player completed the remainder of the season without symptomatic overreaching.

Coaching takeaway. Triangulation matters. HRV alone might have been treated as noise; HRV plus sleep plus wellness plus CMJ formed a coherent picture. Pre-emptive volume reduction was less costly than a forced absence would have been.

Case 4.5.3 — Triathlete avoiding non-functional overreaching through integrated sleep and HRV monitoring

Context. A national-level age-group triathlete in a 16-week competition build, with a peak race at week 16. Monitoring: nightly HRV (chest strap), continuous sleep tracking (wrist device), daily sRPE, weekly subjective wellness questionnaire.

Presenting data. In weeks 9–11 of the build, sleep efficiency declined from a baseline of 91% to 82% over three weeks; HRV trended down from a 56 ms baseline to 47 ms; subjective wellness fell from 4.0 to 3.2; sRPE for prescribed sessions began to drift upward — the same prescribed session was producing higher perceived effort.

Decision. Coach and athlete implemented an unplanned 7-day deload at week 12: volume reduced by 50%, intensity preserved at lower volume, sleep window protected. The athlete pushed back at first (“I’m losing fitness”); the coach used the data to explain the rationale.

Outcome. By the end of the deload week, sleep efficiency returned to 89%, HRV recovered to 53 ms, wellness rose to 3.9. The athlete resumed the build through weeks 13–15 with a moderately reduced volume target, then tapered into week 16. Race performance was a personal best.

Coaching takeaway. Wearables enabled an *informed* deload rather than a forced one. The athlete’s resistance was anticipated and answered with evidence, not authority.

Case 4.5.4 — Para-sport application: shoulder overuse monitoring in a wheelchair basketball team

Context. Zeynep's wheelchair basketball team — twelve senior athletes in the Türkiye national league. Critical insight: in wheelchair sport, the propulsive joint *is* the playing joint. Shoulder injury risk profiles differ structurally from ambulatory sport (Goosey-Tolfrey & Leicht, 2013). Monitoring: IMU-derived stroke counts during training and matches; weekly shoulder-pain scales (0–10); subjective wellness; sRPE.

Presenting data. Across weeks 12–17 of the league season, three players showed concurrent increases in weekly stroke counts (above their 8-week chronic averages) and increases in shoulder pain scales (2 → 5, 1 → 4, 3 → 6 respectively). One player's wellness composite also began to decline.

Decision. The coaching staff implemented player-specific stroke-volume caps for training (matches were not modifiable). One player whose pain scale reached 6 was held from the next match for medical assessment. Recovery interventions (manual therapy, mobility work) were intensified across the squad.

Outcome. Pain scales for two players returned to baseline within three weeks. The third player was diagnosed with subacromial impingement, treated, and returned to competition six weeks later. The team's overall shoulder-injury time-loss across the second half of the season was lower than the comparable period in the previous season.

Coaching takeaway. Para-sport requires adapted monitoring frameworks, not the application of ambulatory templates. The combination of objective load and subjective symptom report was decisive; either alone would have missed at least one case.

Case 4.5.5 — Grassroots youth academy: effective load management on €1,200

Context. Mehmet's youth football academy — twenty players aged 12–16. Total monitoring budget: €1,200. Equipment: 20 chest-strap HR monitors (€60 each), one shared GPS pod for selected sessions, paper sRPE logs for daily training.

Intervention. Across one season, the academy implemented: - Weekly sRPE tracking for every training session and match. - Computation of weekly load, monotony, and ACWR (using sRPE as the load metric, in the absence of GPS data for every session). - A simple traffic-light early-warning system: any player with ACWR > 1.5 or with two consecutive weeks of declining wellness composite received modified training the following week.

Outcome. Two players were flagged in the first half of the season; both had load reductions and avoided what coaching staff (in retrospective discussion) believed would have been overuse injuries based on accumulated complaints. Overall acute injury time-loss across the season was lower than the comparable period in the prior season, though the comparison is informal.

Coaching takeaway. Monitoring is a discipline, not a budget. The most expensive system that is not used outperforms nothing — but the cheapest system that *is* used outperforms the most expensive system unused. Grassroots and youth contexts can adopt structured monitoring meaningfully.

Module 5 — Integration into Coaching Practice (Operational)

Learning objectives. By the end of this module, the coach will be able to: 1. Design a 90-day wearable-integration plan tailored to their context, using the Plan-Do-Check-Act cycle. 2. Develop a written data-governance policy covering consent, access, retention, sharing, and breach response. 3. Communicate wearable data to athletes (and parents) with appropriate framing. 4. Manage change among staff and stakeholders who resist data-driven practice. 5. Choose and operationalise the most appropriate delivery pathway for disseminating wearable competence within their organisation.

5.1 The Plan-Do-Check-Act integration framework

Deming's PDCA cycle — Plan, Do, Check, Act — was originally developed for manufacturing quality control but applies cleanly to wearable integration in coaching.

Plan. Define one specific question that wearables will help you answer this season.

Examples: “Will player-individualised load caps reduce hamstring incidence?” “Will daily HRV monitoring improve our taper decisions?” “Can we identify overreaching in our endurance group two weeks earlier?” The plan also specifies the metrics that will answer the question, the population (one player, one cohort, the whole squad), the timeline, and the success criterion.

Do. Implement at small scale first. One cohort, one season. Resist the temptation to roll out across the whole organisation in week one — the data-governance, training, and cultural work has not yet been done.

Check. Evaluate against the success criterion. Did the question get answered? Did the metrics behave as expected? Were there unintended consequences (athlete anxiety, staff workload, inter-staff friction)?

Act. Scale, adjust, or stop. The most important option is the last one: a coach who is willing to stop a monitoring effort that did not deliver value earns credibility and resources for the next attempt. Monitoring should serve coaching, not the other way round.

5.2 Data governance and GDPR in coaching practice

This section is the deepening of Module 1's introduction to GDPR. Module 1 told you the rules exist. Module 5 builds your operational compliance.

A defensible club-level data-governance policy should cover, at minimum, the following components.

Lawful basis (GDPR Article 6). Most sport-coaching contexts will rely on either consent (Article 6(1)(a)) or legitimate interests (Article 6(1)(f)). For wearable data specifically, consent is usually the cleanest basis because the processing is identifiable, optional from the athlete's view, and not strictly required to deliver the service.

Special-category basis (GDPR Article 9). Health data — including heart rate, biomechanical data, sleep — requires an additional basis under Article 9. The most common in sport coaching is *explicit consent* (Article 9(2)(a)), supplemented by appropriate organisational safeguards.

Informed consent. Athletes must be told, in plain language, what data is collected, why, who can access it, with whom it is shared, for how long it is retained, and how they can withdraw. Template A1 in Annex A provides a starting point, requiring local legal review before adoption.

Minors. Athletes under 16 (or the relevant national age threshold under GDPR Article 8) require parental or guardian consent. Even where the legal threshold is lower, best practice is to involve guardians for all athletes under 16, and to provide age-appropriate explanations to the young athlete themselves.

Access controls. Define explicitly who can see what. The head coach, S&C coach, performance analyst, and medical staff have different legitimate access. The opposition scout does not. The athlete agent does not. Sponsors do not. Document access permissions and audit them.

Retention periods. How long do you keep data? GDPR requires retention only as long as necessary for the stated purpose. A defensible default for in-season operational data is the duration of the athlete's affiliation plus a defined post-affiliation period (e.g., 24 months); for research-purpose data, longer retention with stronger anonymisation may apply. Document the policy and follow it.

Third-party sharing. When data is shared with a federation, a national team, a research project, or any external entity, that sharing requires its own consent and data-sharing agreement.

Breach response. Under GDPR Article 33, certain breaches must be reported to the supervisory authority within 72 hours. The coach is not the data-protection officer, but the coach should know the chain of escalation: a lost laptop with athlete data is a breach; report it immediately.

Athlete rights. Athletes have the right to access their data, to correct inaccuracies, to request erasure (the “right to be forgotten”) subject to limitations, and to withdraw consent. Building these rights into your workflow from the start is far easier than retrofitting them later.

5.3 Talking to athletes about their numbers

The technical competence to interpret data is necessary but not sufficient. The harder competence is delivering data-based feedback in a way that supports the athlete.

Frame metrics as information, not verdicts. “Your HRV is suggesting your body is still recovering — let’s adjust today’s session” is information that invites collaboration. “Your HRV says you’re not ready” is a verdict that invites resistance. The factual content can be identical; the framing changes the conversation.

Preserve agency. The athlete owns their body. The coach provides expertise. Data is a tool that supports a shared decision. When this principle is communicated and lived, athletes engage with their data; when it is violated, they game it or withdraw.

Negative-news scripts. When the data is unfavourable and a session must be reduced, a script the coach has prepared in advance is worth more than ten improvised conversations. A sample structure: 1. Acknowledge the athlete’s effort and commitment. 2. Share the data observation in plain terms. 3. Connect the observation to the decision. 4. Invite the athlete’s perspective. 5. Confirm the path forward together.

Avoid number-anxiety. Some athletes — particularly adolescents, particularly those prone to perfectionism — can become preoccupied with their own metrics in unhelpful ways. Watch for it. Limit athlete-facing metrics where this risk is present. Talk about feelings as well as numbers.

5.4 Integrating into a multi-disciplinary staff

In any team of meaningful size, wearable data crosses staff functions: head coach, assistant coaches, S&C, physiotherapy, sport psychology, performance analysis. A RACI matrix — Responsible, Accountable, Consulted, Informed — clarifies who does what for each data domain. Template A10 in Annex A provides a starting structure. The point is not bureaucracy; it is to prevent the two failure modes of multi-staff data:

- *Multiple staff making conflicting decisions* because nobody owns the data domain.
- *Data sitting unanalysed* because everyone assumed someone else was responsible.

A weekly performance meeting, with a defined agenda anchored to the previous week’s monitoring outputs, makes the system stick.

5.5 Delivery pathways — the operational meta-layer

This subsection is the operational signature of Module 5: it documents *how to deliver this entire programme* in five flexible modes, depending on the audience and context.

Self-paced pathway — ≈ 6 weeks, individual coaches. One module per week. Coach reads the chapter, completes the quiz, downloads the templates, applies one practical activity to their setting. Total commitment ≈ 4 hours per module including application. Best for: individual coaches, geographically dispersed audiences, asynchronous learning preferences. Delivered through the WEARCOACH mobile application (D2.4).

Instructor-led pathway — 2-day intensive, cohort settings. Day 1: Modules 1, 2, 3 (90 minutes each, with breaks and applied exercises). Day 2: Modules 4, 5 (90 minutes each), plus capstone-plan workshop. Cohort sizes 12–24. Facilitator profile: an experienced coach with foundational sport-science training; the Facilitator Guide (Annex B) provides hour-by-hour scripts. Best for: federations, NSGBs, club-staff training days.

Blended pathway — 4 weeks, accredited continuing-education contexts. Each week: 3 hours asynchronous (reading + quiz) followed by a 2-hour synchronous session (case discussion, applied practice). Modules 1 and 2 combined in week 1, then Modules 3, 4, 5 across weeks 2, 3, 4. Best for: university coach-education programmes, federation CPD tracks.

Microlearning pathway — 30 days, mobile-first. Each day: one 10-minute unit inside the mobile app (a concept, a question, a micro-exercise). Best for: time-pressed coaches, grassroots audiences, mass dissemination at low commitment. Delivered through D2.4.

Train-the-trainer (TOT) pathway — 3 days. Equipping master coaches to deliver the programme to other coaches. Day 1: programme content mastery review. Day 2: adult-learning facilitation skills. Day 3: practice teaching with feedback. Best for: scaling the programme across federations and national contexts.

A decision aid for choosing among pathways: if your audience is individual and dispersed, choose self-paced or microlearning. If your audience is a cohort and you have facilitator capacity, choose instructor-led or blended. If your goal is to scale the programme itself, invest in TOT first.

Capstone — The 90-Day Wearable Integration Plan

Every coach completing Module 5 produces, using Template A5, a written 90-day integration plan covering:

- **Context analysis.** Sport, level, athlete numbers, current monitoring practice, available resources, staff structure.
- **The PDCA question.** One specific question wearables will answer this season.
- **Metric selection.** 3–5 metrics, with personalised thresholds for one named athlete.
- **Governance.** A short data-governance statement covering consent, access, retention.
- **Communication plan.** How will athletes (and parents, where applicable) be briefed?
- **Success criteria.** What does success look like at day 30, day 60, day 90?
- **Review checkpoints.** Calendar dates for honest review.
- **Stop conditions.** What would cause you to stop or substantially modify the plan?

In instructor-led settings, plans are peer-reviewed in cohort. In self-paced settings, the rubric (Annex C) supports honest self-review.

Conclusion and Next Steps

Wearable technology is no longer optional for the modern coach — but how it is used remains, and should remain, a coaching choice. This manual has presented a structured competency programme: the fundamentals of devices and sensors; the practical literacy of data tracking; the integration of data into performance and recovery management; the use of data in injury prevention; and the operational integration of all of this into a coach's daily, weekly, and seasonal practice.

The programme is not a buyer's guide and does not endorse commercial products. It is a competency programme, designed to outlast the specific devices and platforms that happen to be on the market today. Sensors will improve; dashboards will be redesigned; algorithms will be revised. The coach's capacity to ask the right question, evaluate the answer critically, and integrate the result into a judgment that supports the athlete is the durable competence. Three next steps for every coach completing this manual:

1. **Complete the Wearable Technologies Self-Assessment Toolkit (D2.3).** It identifies your strongest and weakest competency areas across the five modules and supports targeted re-study.

2. **Access the WEARCOACH mobile application (D2.4) once it is released.** It will provide the digital version of the templates, microlearning content, and a community space to discuss applications with other coaches. Until D2.4 is available, use the printable templates and facilitator materials provided with D2.2.
3. **Implement your 90-day integration plan.** The Module 5 capstone is the most important single artefact of this programme. The coach who completes the manual without writing the plan has learned the content; the coach who writes and implements the plan has changed practice.

The WEARCOACH consortium would value feedback on this manual. The formal pilot-testing phase (D2.5) will capture coach and athlete experience with the training materials, self-assessment toolkit, and mobile application in real coaching settings. Its findings will be used to refine the final versions of the WEARCOACH resources. details for feedback are available through the project website.

References

- Akenhead, R., & Nassis, G. P. (2016). Training load and player monitoring in high-level football: Current practice and perceptions. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(5), 587–593.
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (Eds.). (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. Longman.
- Arden, C. L., Glasgow, P., Schneiders, A., Witvrouw, E., Clarsen, B., Cools, A., Gojanovic, B., Griffin, S., Khan, K. M., Moksnes, H., Mutch, S. A., Phillips, N., Reurink, G., Sadler, R., Silbernagel, K. G., Thorborg, K., Wangensteen, A., Wilk, K. E., & Bizzini, M. (2016). 2016 Consensus statement on return to sport from the First World Congress in Sports Physical Therapy, Bern. *British Journal of Sports Medicine*, 50(14), 853–864.
- Bampouras, T. M., Esformes, J. I., & Reeves, M. J. (2021). The use of wearable technology in sport: Challenges and opportunities for coaches. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 16(1), 112–122.
- Banister, E. W. (1991). Modeling elite athletic performance. In H. J. Green, J. D. McDougal, & H. Wenger (Eds.), *Physiological testing of the high-performance athlete* (pp. 403–424). Human Kinetics.
- Biggs, J., & Tang, C. (2011). *Teaching for quality learning at university* (4th ed.). Open University Press.
- Bornn, L., Ward, P., & Norman, D. (2019). Training schedule confounds the relationship between acute:chronic workload ratio and injury: A causal analysis in professional soccer and American football. *MIT Sloan Sports Analytics Conference Proceedings*.
- Borresen, J., & Lambert, M. I. (2009). The quantification of training load, the training response and the effect on performance. *Sports Medicine*, 39(9), 779–795.
- Bourdon, P. C., Cardinale, M., Murray, A., Gastin, P., Kellmann, M., Varley, M. C., Gabbett, T. J., Coutts, A. J., Burgess, D. J., Gregson, W., & Cable, N. T. (2017). Monitoring athlete training loads: Consensus statement. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(s2), S2-161–S2-170.
- Bowen, L., Gross, A. S., Gimpel, M., Bruce-Low, S., & Li, F.-X. (2020). Spikes in acute:chronic workload ratio (ACWR) associated with a 5–7 times greater injury rate in English Premier League football players: A comprehensive 3-year study. *British Journal of Sports Medicine*, 54(12), 731–738.
- Buchheit, M. (2014). Monitoring training status with HR measures: Do all roads lead to Rome? *Frontiers in Physiology*, 5, 73.
- Cardinale, M., & Varley, M. C. (2017). Wearable training-monitoring technology: Applications, challenges, and opportunities. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(s2), S2-55–S2-62.
- Coutts, A. J., Crowcroft, S., & Kempton, T. (2017). Developing athlete monitoring systems: Theoretical basis and practical applications. In M. Kellmann & J. Beckmann (Eds.), *Sport, recovery, and performance* (pp. 19–32). Routledge.
- Drew, M. K., & Finch, C. F. (2016). The relationship between training load and injury, illness and soreness: A systematic and literature review. *Sports Medicine*, 46(6), 861–883.
- Düking, P., Hotho, A., Holmberg, H.-C., Fuss, F. K., & Sperlich, B. (2016). Comparison of non-invasive individual monitoring of the training and health of athletes with commercially available wearable technologies. *Frontiers in Physiology*, 7, 71.
- European Parliament & Council. (2016). *Regulation (EU) 2016/679 of the European Parliament and of the Council of 27 April 2016 (General Data Protection Regulation)*. Official Journal of the European Union.
- Foster, C. (1998). Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30(7), 1164–1168.
- Gabbett, T. J. (2016). The training–injury prevention paradox: Should athletes be training smarter and harder? *British Journal of Sports Medicine*, 50(5), 273–280.
- Goosey-Tolfrey, V. L., & Leicht, C. A. (2013). Field-based physiological testing of wheelchair athletes. *Sports Medicine*, 43(2), 77–91.

- Halson, S. L. (2014). Monitoring training load to understand fatigue in athletes. *Sports Medicine*, 44(s2), 139–147.
- Impellizzeri, F. M., Marcora, S. M., & Coutts, A. J. (2019). Internal and external training load: 15 years on. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(2), 270–273.
- Impellizzeri, F. M., Tenan, M. S., Kempton, T., Novak, A., & Coutts, A. J. (2020). Acute:chronic workload ratio: Conceptual issues and fundamental pitfalls. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 15(6), 907–913.
- International Council for Coaching Excellence. (2013). *International sport coaching framework v1.2*. Human Kinetics.
- Kellmann, M., Bertollo, M., Bosquet, L., Brink, M., Coutts, A. J., Duffield, R., Erlacher, D., Halson, S. L., Hecksteden, A., Heidari, J., Kallus, K. W., Meeusen, R., Mujika, I., Robazza, C., Skorski, S., Venter, R., & Beckmann, J. (2018). Recovery and performance in sport: Consensus statement. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(2), 240–245.
- Knowles, M. S., Holton, E. F., & Swanson, R. A. (2015). *The adult learner* (8th ed.). Routledge.
- Kolb, D. A. (2015). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development* (2nd ed.). Pearson Education.
- Mujika, I., & Padilla, S. (2003). Scientific bases for precompetition tapering strategies. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(7), 1182–1187.
- Neupert, E., Gupta, L., Holder, T., & Jobson, S. A. (2022). Athlete monitoring practices in elite sport in the United Kingdom. *Journal of Sports Sciences*, 40(13), 1450–1457.
- Plews, D. J., Laursen, P. B., Stanley, J., Kilding, A. E., & Buchheit, M. (2013). Training adaptation and heart rate variability in elite endurance athletes: Opening the door to effective monitoring. *Sports Medicine*, 43(9), 773–781.
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations* (5th ed.). Free Press.
- Saw, A. E., Main, L. C., & Gatin, P. B. (2016). Monitoring the athlete training response: Subjective self-reported measures trump commonly used objective measures. *British Journal of Sports Medicine*, 50(5), 281–291.
- Seshadri, D. R., Li, R. T., Voos, J. E., Rowbottom, J. R., Alfes, C. M., Zorman, C. A., & Drummond, C. K. (2019). Wearable sensors for monitoring the physiological and biochemical profile of the athlete. *npj Digital Medicine*, 2(1), 72.
- Sperlich, B., & Holmberg, H.-C. (2017). Wearable, yes, but able...? It is time for evidence-based marketing claims! *British Journal of Sports Medicine*, 51(16), 1240.
- Walsh, N. P., Halson, S. L., Sargent, C., Roach, G. D., Nédélec, M., Gupta, L., Leeder, J., Fullagar, H. H., Coutts, A. J., Edwards, B. J., Pullinger, S. A., Robertson, C. M., Burniston, J. G., Lastella, M., Le Meur, Y., Hausswirth, C., Bender, A. M., Grandner, M. A., & Samuels, C. H. (2021). Sleep and the athlete: Narrative review and 2021 expert consensus recommendations. *British Journal of Sports Medicine*, 55(7), 356–368.



WearCoach

D2.2 GİYİLEBİLİR TEKNOLOJİLER PROGRAMI VE EĞİTİM MODÜLÜ



**Leading the
Way in
Wearable
Technologies
for Sports
Coaching**



Co-funded by
the European Union

İçindekiler

- Kısaltmalar Listesi
- Yönetici Özeti
- Bu El Kitabı Nasıl Kullanılır
- Giriş
- Pedagojik Yaklaşım ve Modül Mimarisi
- **Modül 1 — Giyilebilir Teknolojinin Temelleri**
- **Modül 2 — Gerçek Zamanlı Veri Takibi**
- **Modül 3 — Performans Optimizasyonu**
- **Modül 4 — Sakatlık Önleme**
- **Modül 5 — Antrenörlük Pratiğine Entegrasyon (Operasyonel)**
- Sonuç ve Sonraki Adımlar
- Kaynakça

Kısaltmalar Listesi

ACWR — Akut:Kronik İş Yüğü Oranı · CMJ — Sıçrama-Geri Sıçrama Testi · CV — Değişim Katsayısı · EACEA — Avrupa Eğitim ve Kültür Yürütme Ajansı · ECG — Elektrokardiyogram · EMG — Elektromiyografi · GDPR — Genel Veri Koruma Tüzüğü · GNSS — Küresel Uydu Navigasyon Sistemi · GPS — Küresel Konumlandırma Sistemi · HR — Kalp Atış Hızı · HRV — Kalp Atış Hızı Değişkenliği · HSR — Yüksek Hızlı Koşu · ICCE — Uluslararası Antrenörlük Mükemmelliği Konseyi · IMU — Eylemsizlik Ölçüm Birimi · LMS — Öğrenme Yönetim Sistemi · NSGB — Ulusal Spor Yönetim Kuruluşu · PDCA — Planla-Uygula-Kontrol Et-Önlem Al · PPG — Fotopletismografi · PSG — Polisomnografi · RPE — Algılanan Zorluk Derecesi · RTP — Sahaya Dönüş · sEMG — Yüzeyel Elektromiyografi · sRPE — Seans Algılanan Zorluk Derecesi · S&C — Kuvvet ve Kondisyon · TRIMP — Antrenman İmpulsu · WCAG — Web İçeriği Erişilebilirlik Kılavuzları

Yönetici Özeti

Giyilebilir teknolojiler — kalp atış hızı monitörleri, GPS birimleri, eylemsizlik ölçüm birimleri, akıllı tekstiller ve bağlantılı gösterge panelleri — son on beş yılda elit sporda yaygın olarak erişilebilir hale gelmiş ve maliyetler düştükçe taban, genç ve para-spor bağamlarına ulaşmaya başlamıştır. Ancak son anketlerden çıkan tekrar eden bir bulgu, etkili kullanımın önündeki darboğazın artık donanım olmadığı yönündedir. Bu, antrenörün veriyi yorumlama ve onu savunulabilir antrenman kararlarına dönüştürme kapasitesidir. Bu el kitabı tam da bu açığı kapatmak için vardır.

Giyilebilir Teknolojiler Programı ve Eğitim Modülü, beş üniteden oluşan yapılandırılmış, modüler bir müfredat sunmaktadır. Modül 1, antrenörleri sensör tiplerine, cihaz pazarına ve satıcı iddialarını değerlendirmek için ihtiyaç duydukları geçerlilik ve güvenilirlik kavramlarına hâkim kılar. Modül 2, pratik veri takibi okuryazarlığını geliştirir — iç ve dış yükü ayırt etme, gösterge panellerini okuma, gerçek bir seansta temel metrikleri (sRPE, TRIMP, ACWR) hesaplama. Modül 3, giyilebilir veriyi periyotlama ve toparlanma yönetimine entegre eder. Modül 4, yük yönetimi, asimetri tespiti ve erken uyarı protokolü aracılığıyla sakatlık önlemeyi ele alır; profesyonel futbol, üniversite basketbolu, dayanıklılık sporu, para-spor ve taban gençlik bağamlarını kapsayan beş işlenmiş vaka çalışmasıyla desteklenir. Modül 5, programı operasyonel hale getirir: antrenörü veri yönetiminden sporcuyla iletişime, çok disiplinli ekip içinde değişim yönetiminden kişiselleştirilmiş 90 günlük entegrasyon planının oluşturulmasına kadar yönlendirir. Modül 5 ayrıca beş esnek sunum yolunu — bireysel, eğitmen rehberli, harmanlanmış, mikro-öğrenme ve eğitici eğitimi — belgeler ve müfredatın çok farklı organizasyonel bağlamlarda uygulanabilir olmasını sağlar.

El kitabı, bireysel öğrenme ve eğitmen rehberli sunum için tasarlanmıştır; akredite sürekli eğitim programları için harmanlanmış seçenekler de mevcuttur. Her modül, WEARCOACH Öz-Değerlendirme Toolkit'ine (D2.3) ve WEARCOACH mobil uygulamasına (D2.4) köprü kuran refleksif sorularla kapanır. Kapsayıcılık yapısalıdır: dört persona (taban gençlik antrenörü, üniversite kuvvet-ve-kondisyon antrenörü, profesyonel lig baş antrenörü, para-spor antrenörü) içerik boyunca yer alır ve bütçeler, sporlar ile sporcu kitleleri açısından alaka düzeyini güvence altına alır.

Program herhangi bir ticari cihazı tanıtmaz. Karşılaştırmalar marka yerine kategori ve özellik temelinde organize edilmiştir. Vurgu, baştan sona kanıta dayalı, şeffaf ve etik açıdan savunulabilir uygulamadır — giyilebilir veriyi, antrenörün profesyonel yargısındaki birçok girdiden biri olarak ele almak.

İlgili WEARCOACH kaynaklarına ilişkin not. Bu el kitabı Çıktı D2.2'dir ve proje ayı M8'de yayımlanmaktadır. WEARCOACH Öz-Değerlendirme Araç Seti'ne (D2.3), WEARCOACH mobil uygulamasına (D2.4) ve Pilot Test Raporu'na (D2.5) yapılan atıflar, projenin daha geniş öğrenme yolundaki planlanan bağlantıları göstermektedir. Bu kaynaklar henüz yayımlanmamışsa, antrenörler ve eğitmenler bu el kitabında yer alan veya el kitabına eşlik eden yazdırılabilir şablonları ve etkinlikleri kullanmalıdır. Dijital ve mobil sürümler ilgili sonraki çıktılar kapsamında kullanıma sunulacaktır.

Bu El Kitabı Nasıl Kullanılır

Bu el kitabı üç temel kullanım senaryosunu ve Modül 5'te belgelenen iki türetilmiş modu destekler.

Bireysel çalışma (≈ toplam 4 saat): Her modülün anlatısını okuyun, metin içi refleksif soruları yanıtlayın, modül sonu sınavını tamamlayın ve ilgili şablonları Ek A'dan indirin. Hızınızı yaklaşık haftada bir modül olacak şekilde ayarlayın; oturumlar arasında kendi antrenörlük ortamınızda bir pratik etkinlik gerçekleştirin.

Eğitmen rehberli atölye (bir tam gün veya iki yarım gün): Her modül, karşılık gelen slayt seti (ayrı olarak teslim edilir) etrafında kurulmuş 90 dakikalık bir kolaylaştırıcı rehberli oturumu destekler. Eğitmen Rehberi (Ek B) saatlik zamanlama, tartışma soruları ve küçük grup etkinlikleri sunar.

Harmanlanmış program (4 hafta): Antrenörler her hafta bir modülün okumasını ve sınavını asenkron olarak tamamlar, ardından vaka tartışması ve uygulamalı pratiğe odaklanan 60 dakikalık canlı bir oturumda bir araya gelir. Üniversite antrenör eğitim programları ve federasyon sürekli mesleki gelişim parkurları için uygundur.

El kitabı, gezinmenize yardımcı olmak için tekrarlayan semboller kullanır:

- *Öğrenme hedefi*
- *Araştırma kanıtı*
- *İşlenmiş vaka veya örnek*
- *Etik veya yasal düşünce*
- *Pratik ipucu*
- *Başka bir WEARCOACH kaynağına köprü (D2.3 toolkit veya D2.4 mobil uygulama)*
- *Refleksif soru — buraya siz yazıyorsunuz*

Belirli bir konu daha acilse modülleri sırayla okumak zorunda değilsiniz. Bununla birlikte, Modül 1'de tanımlanan terminoloji baştan sona kullanılır — yeni başlayanlar önce en azından bu modüle göz gezdirmekten fayda görür.

Giriş

Bu program neden var

Antrenörlük; gözlem, yargı ve sporcularla çalışmaktan biriken deneyim üzerine kurulu bir sanattır. Giyilebilir teknoloji bunu değiştirmez. Değiştirdiği şey gözlemin *çözünürlüğüdür*. Bir oyuncunun kalp atış hızının sprintler arasında toparlanmadığını veya bir koşucunun son haftadaki yüksek hızlı koşu mesafesinin kronik ortalamasının üç standart sapma üzerinde olduğunu yaklaşık gerçek zamanlı görebilen bir antrenör, bir sonraki kararı iyi alma konusunda daha güçlü bir konumdadır. Giyilebilir teknoloji, dikkatli kullanıldığında yargıyı destekler. Dikkatsizce kullanıldığında, yargıyı anlaşılmamış sayılarla değiştirebilir — ki bu, hiç veri toplamamaktan daha kötüdür.

WEARCOACH projesi, belgelenmiş bir boşluk üzerine inşa edilmiştir. Literatür, antrenörlerin giyilebilir veriye olan güveninin cihaz penetrasyonunun gerisinde kaldığını tutarlı bir şekilde göstermektedir. Bampouras, Esformes ve Reeves (2021), giyilebilir araçlara erişimin keskin bir şekilde artmasına rağmen antrenörlerin çıktıkları yorumlama konusundaki algılanan yetkinliğinin bu hıza ayak uyduramadığını bulmuştur. IOC'nin izleme üzerine konsensüs bildirisi (Bourdon ve diğerleri, 2017), herhangi bir izleme sisteminin değerinin tamamen personelin ürettiği veri üzerinden eyleme geçme kapasitesine bağlı olduğunu kesin bir şekilde ifade etmiştir. WEARCOACH'un araştırma raporu (Çıktı D2.1), bu kalıpları Avrupalı antrenörlerle yapılan anketlerde doğrulamıştır: katılımcıların çoğunun en az bir giyilebilir cihaza erişimi vardı; çok daha azı bunun kullanımı konusunda yapılandırılmış eğitim almıştı; yalnızca bir azınlık yazılı veri yönetimi protokolü altında çalışıyordu.

Bu el kitabı, projenin bu duruma verdiği yanıttır. Bir alıcı rehberi değildir. Bir yetkinlik programıdır.

Bu el kitabı kimler için

Birincil kitle, spor disiplinleri ve rekabet seviyeleri arasında uygulamacı antrenörlerdir — taban gençlik antrenörlerinden profesyonel lig baş antrenörlerine, para-spor antrenörleri ve kuvvet-ve-kondisyon personeli dahil. Ulusal Spor Yönetim Kuruluşları (NSGB'ler), antrenör eğitmenleri ve federasyon sürekli mesleki gelişim ekipleri, bu materyali başkalarını eğitmek için kullanacak ikincil kitleyi oluşturur. Spor bilimi akademisyenleri, politika yapımcılar ve sporcu gelişimi yöneticileri çerçeveyi müfredat tasarımı ve politika uyumu için bir referans olarak yararlı bulabilir.

Kapsam ve sınırlar

Bu el kitabı, giyilebilir veri yorumlama ve entegrasyonunun *antrenörlük boyutunu* kapsar. Tıbbi, fizyoterapi veya biyomedikal mühendislik müfredatlarını çoğaltmaz; tıbbi karar verme referansları kasıtlı olarak “ne zaman sevk edilir” düzeyinde tutulur, “nasıl tedavi edilir” düzeyinde değil. Belirli ticari ürünleri onaylamaz. Konsorsiyumun araştırma raporu (D2.1), öz-değerlendirme toolkit (D2.3) veya mobil uygulamanın (D2.4) yerini almaz — onları tamamlar.

Bu el kitabı nasıl geliştirildi

İçerik; hakemli spor bilimi yayınlarının literatür taramasına, WEARCOACH konsorsiyumunun Avrupalı antrenörlerle yaptığı anket ve röportajlara (D2.1), akademik ve uygulayıcı katkılarla yapılan yapılandırılmış akran değerlendirmesine ve Türkiye, Estonya ile Norveç'teki antrenörler ile proje ortaklarından alınan ilk biçimlendirici geri bildirimlere dayanmaktadır. Eğitim materyalleri, araç seti ve mobil uygulamanın resmi saha pilot testi daha sonraki aşamada D2.5 kapsamında gerçekleştirilecektir.

Pedagojik Yaklaşım ve Modül Mimarisi

Bu program, yetişkin öğrenme araştırmalarından türetilen dört tasarım ilkesi üzerine kuruludur.

Birinci olarak, andragojik uygunluk (Knowles, Holton ve Swanson, 2015). Yetişkinler en iyi, içerik anlık pratik problemlere bağlandığında, mevcut deneyimlerinden yararlandığında ve kendi yönlendirmelerinde olduğunda öğrenir. Her modül, pratik bir vinyetle açılır ve antrenörün materyali kendi ortamıyla ilişkilendirmesini isteyen refleksif bir soruyla kapanır.

İkinci olarak, deneyimsel öğrenme (Kolb, 2015). Her modül; somut deneyim (vinyet veya vaka), refleksif gözlem (metin içi sorular), soyut kavramsallaştırma (teorik materyal) ve aktif deneme (şablonlar, sınav, önerilen sahada uygulama) aşamalarından geçer. Yalnızca teorik materyali kullanan antrenörler kısmi fayda sağlar; aktif bileşenleri tamamlayanlar tam faydayı görür.

Üçüncü olarak, yapıcı uyum (Biggs ve Tang, 2011). Öğrenme çıktıları, içerik, etkinlikler ve değerlendirmeler birlikte tasarlanır; böylece aynı yöne çekerler. Her modülün sınavı, belirtilen hedeflerle kalibre edilir; her capstone etkinliği en zorlu hedefle kalibre edilir.

Dördüncü olarak, ilerleme iskelesi olarak Bloom Taksonomisi (Anderson ve Krathwohl, 2001). Modül 1, kelime dağarcığı ve tanımayı oluşturur. Modül 2, bunları uygulamaya taşır. Modül 3 ve 4 analiz ve değerlendirme gerektirir. Modül 5, yaratmada doruğa ulaşır — antrenör kendi 90 günlük entegrasyon planını tasarlar.

Beş modül birbirine sıkı bir şekilde bağlıdır: Modül 1’de tanımlanan terminoloji tüm modüllerde yeniden kullanılır; Modül 2’de tanıtılan formüller Modül 3 ve 4’te yeniden ortaya çıkar; Modül 1’deki GDPR temelleri Modül 5’te derinleştirilir. Ek E bu çapraz referansları belgeler; antrenörler ve çevirmenler el kitabını tutarlı bir bütün olarak gezinebilir.

Tekrarlayan dört persona — Mehmet (taban gençlik futbol antrenörü, Türkiye), Anna (üniversite kuvvet-ve-kondisyon antrenörü, atletizm, Kuzey Avrupa), Kjell (tam performans ekibi olan profesyonel lig baş antrenörü, Norveç) ve Zeynep (tekerlekli sandalye basketbolu antrenörü, Türkiye) — modüller boyunca yer alır. Roller yapısalıdır: her modülün vinyetleri en az ikisinden yararlanır; örneklerin taban ve elit, bireysel ve takım, ayakta ve para-spor bağlamlarını kapsaması güvence altına alınır.

Modül 1 — Giyilebilir Teknolojinin Temelleri

Öğrenme hedefleri. Bu modülün sonunda antrenör şunları yapabilecek: 1. Sporda kullanılan giyilebilir teknolojinin ana ailelerini tanımlayabilecek ve sınıflandırabilecek; sensör tiplerini ölçtükleri büyüklüğe göre ayırt edebilecek. 2. Verinin sporcudan sensöre, platforma ve antrenörlük kararına yolculuğunu açıklayabilecek. 3. Giyilebilir teknolojinin antrenörlükteki değerini ve sınırlamalarını geçerlilik, güvenilirlik ve ekolojik geçerlilik kavramlarını uygulayarak eleştirel olarak değerlendirebilecek. 4. Gerçekçi bir cihaz seçim senaryosuna çok kriterli bir seçim matrisi uygulayabilecek. 5. Sporculara giyilebilir cihaz tanıtırken temel etik ve GDPR yükümlülüklerini tanıyabilecek.

1.1 Sporda giyilebilir teknolojinin kısa evrimi

Giyilebilir izleme, sporda değil klinik enstrümantasyonda kök salmıştır. 1950'lerde geliştirilen taşınabilir bir EKG kaydedicisi olan Holter monitörü, fizyolojik sinyallerin serbest yaşam aktivitesi sırasında yakalanabileceği ilkesini ortaya koymuştur. 1960'larda popüler olan mekanik pedometreler, aynı şeyi ambülatuar aktivite sayımları için yapmıştır. Kalp atış hızı göğüs kayışları, Polar'ın 1980'lerin başında Sport Tester'ı piyasaya sürmesiyle tüketici spor pazarına ulaşmış, rekreasyonel ve rekabetçi sporculara yapılandırılmış kalp atış hızı temelli dayanıklılık antrenmanını açmıştır. GPS tabanlı sporcu takibi, 2000'lerin başında ragbi ve Avustralya futbolunda sırtta taşınan birimler olarak elit takım sporunda ortaya çıkmıştır. Eylemsizlik ölçüm birimleri — ivmeölçer, jiroskop ve manyetometreyi birleştiren küçük paketler — son on yılda araştırma enstrümantasyonundan ana akım antrenörlük araçlarına benzer bir yörünge izlemiştir. Sonraki dalga, akıllı tekstilleri (giysilere dokunmuş sensörler), sürekli biyokimyasal izlemeyi (özellikle klinikten performans bağlamlarına geçen sürekli glikoz monitörleri) ve tüketici sınıfı saatlerde ile yüzüklerde giderek daha sofistike optik algılamayı içermektedir.

Bu 70 yıllık yörünge boyunca görülen örüntü, “teknolojinin antrenörlere itildiği” değil, “antrenörlerin ve araştırmacıların yanıtlamak için enstrümantasyon gerektiren sorular sorduğu”dur. Uygulamacı antrenör için çıkarım basittir: Yeni bir giyilebilir cihazla karşılaştığınızda önce hangi *antrenörlük sorusunu* yanıtlamaya çalıştığını sorun. Bu soruyu kendi sporunuz ve sporcularınız için ifade edemiyorsanız, cihazın pratiğinizi değiştirme olasılığı düşüktür.

1.2 Sensör tipleri ve gerçekte ne ölçtükleri

Antrenörler genellikle sensör isimlerini duyar ve onları anladıkları sonucuna varır. Daha derin yetkinlik, her sensörün *fiziksel olarak* ne ölçtüğünü ve cihazın bu ölçümden ne *türettiğini* bilmektir. İkisi sıklıkla karıştırılır ve bu, alta yatan sinyali gürültülü olan türetilmiş metriklerle aşırı güvene yol açar.

İvmeölçerler bir, iki veya üç eksenle doğrusal ivmeyi ölçer. Yalnızca ivmeölçer verisinden cihazlar; adım sayıları, çarpma şiddetleri ve belirli kompozit “yük” metriklerini tahmin eder. Sinyal güçlüdür ancak belirsizdir: Bir araçtaki titreşim ile bir ayak basışı, düşük örnekleme hızlarında benzer görünebilir.

Jiroskoplar açısal hızı — bir eksen etrafındaki dönüş hızını — ölçer. Üç eksenli bir IMU'da ivmeölçerlerle birleştirildiklerinde, yön kestirimine ve hareket örüntüsü tanımaya (sıçrama, yön değiştirme, yürüyüş fazları) olanak tanır.

Manyetometreler yerel manyetik alanı ölçer; pusula referansı olarak ve yön kestirimlerindeki kaymayı düzeltmek için kullanılır. Yakındaki ferromanyetik metale ve elektronik gürültüye duyarlıdır; bu durum, kapalı alan spor ortamlarındaki güvenilirliklerini sınırlar.

Optik fotopletişimografi (PPG) sensörleri dokuya yeşil veya kızılötesi ışık gönderir ve pulsatil kan akışının neden olduğu yansıyan ışıktaki varyasyonu ölçer. Bilek tabanlı saatler

ve kol bandı kalp atış hızı monitörleri PPG kullanır. Sinyal; hareket artefaktlarına, ten rengine, periferik vazokonstriksiyona ve cihazın cildi sıkma derecesine duyarlıdır.

Elektrokardiyogram (ECG) elektrotları kalbin elektriksel aktivitesini doğrudan ölçer. Göğüs bandı kalp atış hızı monitörleri tipik olarak tek kanallı ECG yaklaşımı kullanır. Sinyal, özellikle dinamik egzersizde PPG'den genellikle daha doğrudur ancak doğrudan cilt teması ve kayışa tolerans gerektirir.

GPS/GNSS alıcıları uydulardan gelen sinyalleri üçgenleştirerek konumu belirler. Doğruluk; görünür uyduların sayısına ve geometrisine, alıcının çipset kalitesine, atmosferik koşullara ve yerel çevreye (açık alan, kentsel kanyon veya kapalı alan) bağlıdır. Toplam mesafe ve yüksek hızlı koşu mesafesi gibi GPS türevi metrikler, açık dış mekan sporunda güçlüdür; kapalı alanda bozulur veya başarısız olur.

Yüzeyel elektromiyografi (sEMG) sensörleri kasın elektriksel aktivitesini cilt üzerinden ölçer. Kas aktivasyonu ve yorgunluk tahmininde kullanılır; ancak sinyal kalitesi elektrot yerleşimine, cilt hazırlığına ve harekete son derece duyarlıdır.

Sıcaklık sensörleri ve galvanik cilt tepkisi sensörleri, bazı toparlanma ve stres izleme cihazlarında kullanılan cilt sıcaklığını ve elektrodermal aktiviteyi yakalar.

Pratik açıklayıcı bir ayrım:

Kavram	Ne olduğu	Örnek
Ölçülen büyüklük	Bir sensörün yakaladığı ham fiziksel sinyal	Üç eksenli ivme (m/s^2)
Türetilmiş metrik	Ölçülen büyüklüklerden hesaplanan işlenmiş çıktı	PlayerLoad, toplam mesafe, sprint sayısı
Çıkarılan yapı	Metriğin temsil ettiği varsayılan antrenörlük kavramı	"Dış yük", "nöromusküler yorgunluk"

Ölçülen büyüklükten çıkarılan yapıya doğru ne kadar uzaklaşırsanız, o kadar çok varsayım katmanını biriktirirsiniz. İki cihaz aynı antrenman için "farklı" PlayerLoad değerleri bildirdiğinde, yanıt genellikle birinin yanlış ve diğerinin doğru olduğu değil, farklı tescilli türetme formüllerini kullandıkları gerçeğidir.

1.3 Cihaz pazarının haritalanması: kategori temelli karşılaştırma

Markaları sıralamak yerine, cihaz pazarını öğretmenin en kalıcı yolu kategoriler üzerindendir. Aşağıdaki tablo göstergeseldir; spesifik modeller hızlı değişir ancak kategoriler ve davet ettikleri sorular istikrarlıdır.

Kategori	Tipik kullanım	Tipik fiyat aralığı (birim başına)	Güçlü yönleri	Sınırlamaları
Göğüs bandı HR monitörü (ECG)	Dayanıklılık, antrenmanı, grup HR izleme	40–120 €	Dinamik egzersizde yüksek doğruluk; uygun fiyatlı	Sporcu konforu; doğrudan temas gerekir
Optik bilek HR / tüketici çok-spor saati	Dayanıklılık, günlük izleme, uyku	150–700 €	Konfor; entegre GPS, uyku, HRV	Yüksek hareketli aktivitelerde doğruluk değişkendir
GPS takım yeleği (tek spor, profesyonel)	Dış mekan takım sporu izleme	800–2.500 €/birim + platform ücretleri	Yüksek kaliteli GNSS; entegre gösterge panelleri	Maliyet; platform bağımlılığı
IMU yaması / pod	Asimetri, sıçrama analizi, yürüyüş	150–600 €	Hedeflenmiş biyomekanik; taşınabilir	Daha dar kullanım alanı; yazılıma bağımlı
Akıllı tekstil (HR veya EMG destekli giysi)	Dinamik sporda HR + EMG	200–1.500 €	Giysiye entegre; konforlu	Dayanıklılık; yıkama; sensör kalitesi değişkendir

Kategori	Tipik kullanım	Tipik fiyat aralığı (birim başına)	Güçlü yönleri	Sınırlamaları
Uyku ve toparlanma odaklı yüzük veya bant	Sürekli HRV, uyku	200–500 € + abonelik	Sürekli giyim; HRV trendleri	PSG'ye karşı uyku evresi doğruluğu kısımdır
Akıllı telefon tabanlı izleme	Taban, düşük bütçeli bağlamlar (uygulamalar)	0–50 €	Ek donanım yok	Doğruluk telefon sensörlerine bağlıdır

1.4 Araştırmacı olmayan antrenörler için geçerlilik ve güvenilirlik

Her antrenörün ihtiyacı olan üç sade tanım:

Geçerlilik, bir cihazın iddia ettiği şeyi ölçüp ölçmediğini sorar. Toplam mesafe bildiren bir GPS birimi, kabul edilebilir bir marj içinde altın standart bir referansla (örneğin ölçülmüş bir pist) uyuşuyorsa bu amaç için geçerlidir.

Güvenilirlik, koşullar sabit olduğunda cihazın tutarlı sonuçlar verip vermediğini sorar. Aynı sporcunun aynı rotada iki ardışık gün koştuğunda farklı toplam mesafe okumaları veren bir cihaz güvenilir değildir.

Ekolojik geçerlilik, laboratuvar ortamında kurulan geçerlilik ve güvenilirliğin gerçek antrenörlük koşullarında — rüzgar, ter, temas, kapalı veya açık alan, kavranmış nesneler, hava durumu — geçerliliğini koruyup korumadığını sorar.

Araştırma kanıtı. Sperlich ve Holmberg (2017), *British Journal of Sports Medicine*'de kısa ama etkili bir başyazıda “giyilebilir, evet ama yetenekli mi...?” uyarısında bulunmuştur — pazarlanan performans ile doğrulanmış performans arasındaki boşluk genellikle büyüktür. Düking, Hotho, Holmberg, Fuss ve Sperlich (2016), ticari olarak temin edilebilen giyilebilir cihazlarda kriter ölçümlerine karşı değerlendirildiklerinde sistematik doğruluk sorunları bulmuştur. Akenhead ve Nassis (2016), antrenörlerin izleme araçları hakkındaki kararlarının doğrulama durumu konusunda önemli belirsizlik altında alındığını belgelemiştir.

Bir doğrulama çalışmasının özeti beş dakikada nasıl okunur. Şunları arayın: (a) örneklem — kim, hangi sporda, hangi yoğunlukta test edildi; (b) altın standart — cihaz neyle karşılaştırıldı; (c) istatistik — yalnızca korelasyon değil, ortalama yanlılık ve uyum sınırları; (d) ekolojik eşleşme — koşullar sizinkine benziyor muydu? Bir cihaz yalnızca yavaş koşu bandı hızlarında doğrulandıysa, bunun sprint antrenmanına genellenebileceğini varsaymayın.

1.5 İlk bakışta etik ve GDPR — rıza temeli

Bir cihazı açmadan önce her antrenörün anlaması gerekenler.

Avrupa Birliği'nin Genel Veri Koruma Tüzüğü (Tüzük 2016/679) altında, kişisel veri, kimliği belirlenebilir bir gerçek kişiyle ilgili herhangi bir bilgidir. Sağlık verileri — kalp atış hızı, biyomekanik veri, uyku, antrenman yükü — Madde 9 kapsamında *özel nitelikli* kişisel veri olarak ele alınır ve daha sıkı işlem gerektirir. Asgari operasyonel sonuçlar:

- Veriyi işlemek için açık bir hukuki sebebiniz (Madde 6) ve sağlık verisini işlemek için açık bir sebebiniz (Madde 9) olmalı; en yaygın olarak tıbbi bağlam olmayan bir spor antrenörlüğü ortamında *açık rıza*.
- Rıza bilgilendirilmiş (sporcu neyin toplandığını, neden, kimle paylaşıldığını ve ne kadar süre tutulduğunu anlar) ve özgürce verilmiş (seçilme baskısından kaynaklanan zorlama olmadan) olmalıdır.
- Reşit olmayan sporcular ek koruma gerektirir: ebeveyn veya vasi rızası, sporcunun yaşına uyarlanmış daha basit açıklamalar.
- Veri minimizasyonu* uygulamalısınız — yalnızca ihtiyacınız olanı toplayın.
- Saklama sürelerini (verinin ne kadar saklandığını) tanımlamalı ve iletmelisiniz.
- Bir ihlal olursa ne yapacağınıza dair bir planınız olmalıdır: GDPR altında belirli ihlaller 72 saat içinde bildirilmelidir.

Modül 5, yönetişimin operasyonel tedavisini derinleştirir. Modül 1 için operasyonel kural basittir: yerinde bir bilgilendirilmiş rıza süreci olmadan cihaz dağıtmayın.

Modül 2 — Gerçek Zamanlı Veri Takibi

Öğrenme hedefleri. Bu modülün sonunda antrenör şunları yapabilecek: 1. İç ve dış yükü ayırt edebilecek ve belirli bir spor için uygun metrikleri seçebilecek. 2. Verilen formülleri kullanarak ham seans verisinden sRPE, TRIMP ve ACWR hesaplayabilecek. 3. İzleme gösterge panellerinde kullanılan beş kanonik görselleştirmeyi yorumlayabilecek. 4. Yaygın veri kalitesi sorunlarını teşhis edebilecek ve temel filtreleme kuralları uygulayabilecek. 5. Sporcularla gerçek zamanlı olarak hangi bilgiyi paylaşacağına ve neyi erteleyeceğine karar verebilecek.

2.1 İç yük ve dış yük — Impellizzeri–Marcora çerçevesi

Modern sporcu izlemenin en önemli kavramsal ayrımı, *dış yük* — sporcunun ne *yaptığı*, fiziksel terimlerle ölçülmüş (kat edilen kilometre, sprintler, ivmelenmeler, kaldırılan ağırlık, tekrarlar) — ile *iç yük* — sporcunun bunu yaparken *deneyimlediği* biyolojik maliyet (kalp atış hızı, algılanan zorlanma, hormonal tepki) — arasındadır. Dış yük antrenörün reçete ettiği dozdur. İç yük, vücudun o doza verdiği yanıttır.

Araştırma kanıtı. Impellizzeri, Marcora ve Coutts (2019), orijinal çerçevelerini on beş yıl sonra yeniden ele almış ve yalnızca dış yük metrikleri üzerine kurulu izleme sistemlerinin antrenman adaptasyonunu ve sakatlık riskini belirleyen bireysel değişkenliği kaçırdığını vurgulamıştır. Aynı reçete edilen seansı gerçekleştiren iki sporcu; fitness, yorgunluk, uyku, çevre, motivasyon ve bir düzine başka faktöre bağlı olarak farklı iç yükler deneyimler. Yalnızca dış metrikleri takip eden antrenör, resmin yalnızca yarısını takip etmektedir. Çerçevenin doğrudan pratik sonuçları vardır:

- “Aynı seansa” verdikleri yanıtları yalnızca dış metriklerle karşılaştırmak yanıltıcıdır; yanıtı değil, reçeteyi karşılaştırıyorsunuz.
- İç yükü zaman içinde takip etmek (sRPE, HR türevi TRIMP), daha önce iyi tolere edilmiş bir dozun ne zaman gerilime dönüştüğünü görmeyi sağlar.
- İç-dış karşılaştırması başlı başına tanılayıcıdır: *değişmemiş* bir dış yükün *daha yüksek* bir iç yük üretmesi, biriken yorgunluğun en net erken işaretlerinden biridir.

2.2 Canlı veri akışları — gösterge panellerinin gerçekte ne sunduğu

Modern takım izleme platformları ortak bir mimariye sahip gerçek zamanlı akışlar sunar: GPS ve ivmeölçer sinyalleri sporcu üzerindeki cihazlardan bir baz istasyonuna akar, yerel olarak ve/veya bulutta işlenir ve saniyeler içinde antrenörün tabletinde görünür. Markaya özgü uygulamalar (Catapult OpenField Live, STATSports Apex Live, Polar Team Pro Live ve diğerleri) ayrıntılarda farklılık gösterir; bir antrenörün beklemesi gereken jenerik özellikler şunlardır:

- Sporcu başına canlı metrikler (HR bölgeleri, toplam mesafe, yüksek hızlı koşu, ivmelenme/yavaşlamalar, PlayerLoad tipi kompozit).
- Görsel uyarıları tetikleyen özelleştirilebilir eşikler (renk değişimi, sesli alarm).
- Antrenman veya periyot segmentasyonu, böylece seans sonrası analiz seans planıyla hizalanır.
- Daha fazla analiz için ham ve işlenmiş verinin dışa aktarımı.

Dürüst gerçek: Her “canlı” metrik, saniyeler içinde eyleme geçmek için yeterince güvenilir değildir. Kalp atış hızı, mesafe ve çarpmalar yeterli kararlılıkla güncellenir. Yumuşatma pencereci kompozit metrikler (bazı PlayerLoad varyantları, bazı asimetri endeksleri), canlı okumalardan ziyade seans toplamaları olarak daha anlamlıdır. Kural olarak: gerçek zamanlı olarak basit metriklere güvenin; kompozitlere seans değerlendirmesinde güvenin.

2.3 Gösterge paneli okuryazarlığı — beş görselleştirme ailesini okuma

Çoğu gösterge paneli tekrarlayan bir görselleştirme seti kullanır. Beş aile boyunca aynı soruyu — “bu resim bana ne anlatıyor?” — yanıtlayabilen antrenörler gösterge paneli okuryazarıdır.

Zaman serisi. Yatay eksen zaman; dikey eksen bir metriktir (örneğin kalp atış hızı). Güçlü yönleri: trendleri, tepe noktalarını, toparlanmaları gösterir. Dikkat: varyasyonu abartan veya bastıran y eksenini ölçeklendirmesi.

Isı haritası. Mekansal yoğunluk; en sık saha sporunda (aktivitenin yoğunlaştığı saha bölgeleri) kullanılır. Güçlü yönleri: mekansal kapsam, taktiksel içgörü. Dikkat: ısı haritaları topla ve topsuz koşmayı birlikte içerir; tek başlarına taktiksel niyeti yansıtmazlar.

Radar (örümcek) grafiği. Bir sporcu veya bir seans için metriklerin çok eksenli karşılaştırması; sıklıkla sporcu profilleri için kullanılır. Güçlü yönleri: bir bakışta çok boyutlu görünüm. Dikkat: görünür güçleri görsel olarak çarpıtan keyfi eksen ölçeklendirmesi.

Kutu grafiği. Kadro genelinde bir metriğin dağılımı; medyan, çeyrekler ve aykırı değerlerle. Güçlü yönleri: aykırı değerleri hemen yüzeye çıkarır. Dikkat: küçük kadro boyutları kutu grafiklerini istikrarsız yapar; $n = 10$ 'un altında dikkatli olun.

Saçılım grafiği. İlişkileri yüzeye çıkarmak için birbirine karşı çizilen iki metrik (örneğin haftalık sRPE'ye karşı seans HR'ı). Güçlü yönleri: iki boyutlu uzayda korelasyon ve aykırı değerleri gösterir. Dikkat: korelasyon nedensellik değildir; yalnızca bir saçılım örüntüsüne göre asla eyleme geçmeyin.

2.4 Veri kalitesi, anomaliler ve şüphecilik disiplini

Bir metrik üzerinde herhangi bir karar alınmadan önce, antrenör veriyi kontrol eder. En yaygın kalite sorunları:

- **Kapalı alanda ve yoğun çevrelerde GPS sinyal kaybı.** Ağır çelik yapıları kapalı salonlar veya stadyumlar aralıklı uydu sinyali üretir. Bir oyuncunun 10 dakikada görünürde 50 metre kat ettiği bir antrenman neredeyse kesinlikle kapalı alandaydı; metriği eksik olarak ele alın.
- **Optik HR'da hareket artefaktı.** Bilek tabanlı PPG sensörleri; kavrama görevleri, titreşimler ve kısa yüksek yoğunluklu patlamalar sırasında düzensiz okumalar verir. Bir oyuncunun HR'ı beş saniye içinde 20 bpm sıçrar ve düşerse, şüphecilik haklıdır.
- **Sensör kayması.** Uzun seanslar, sıcak koşullar veya terle doymuş göğüs kayışları kademeli olarak çarpık okumalar üretir. Seans sonu HR'ı benzer çabada seans başı HR ile karşılaştırın.
- **Cihazlar arası zaman senkronizasyonu sorunları.** Birden fazla cihazdan gelen veri hizalandığında küçük saat farklılıkları türetilmiş metrikleri karıştırabilir.
- **Eksik veya kısmi dosyalar.** Haftalık yükü hesaplamadan önce “90 dakika” olarak etiketlenmiş 73 dakikalık bir dosyayı fark etmeyi öğrenen bir antrenör, haftalık raporları daha güvenilir olan bir antrenördür.

Disiplin: Gerçek olamayacak kadar iyi veya gerçek olamayacak kadar kötü görünen bir metrik muhtemelen gerçek değildir.

2.5 Sporculara gerçek zamanlı geri bildirim — zamanlama sorusu

Bir antrenörün bir metriği canlı olarak görebilmesi, sporcunun da canlı olarak görmesi gerektiği anlamına gelmez. Üç soru:

Ne? Bazı metrikler gerçek zamanlı olarak eyleme geçirilebilir (tempo için HR, oyuncu değişikliği kararları için kat edilen mesafe). Diğerleri öyle değildir (HRV, uyku — bunlar seans öncesi girdileridir). Eyleme geçirilebilir olanı paylaşın.

Ne zaman? Bir antrenman sırasında sporcu uygulamaktadır; metrik konuşması bir dikkat dağıtıcıdır. Antrenmanlar arasında veya bir bloğun sonunda kısa metrik temelli geri bildirim (“tekrarlar arasında HR'nız düşmedi; bir sonraki sefer daha uzun dinlenin”) yerinde olur. Trend geri bildirimi (“HRV'niz bir haftadır düşüyor”) saha kenarına değil, bire bir değerlendirmeye aittir.

Nasıl? Metrikleri kararlar olarak değil, bilgi olarak çerçeveleyin. “Bugün sprint sayınız yüksekti — yarını koruyalım” cümlesi, “Aşırı çalıştın.” cümlesinden farklı hisseder. Olumsuz haber çerçeveleme senaryoları Modül 5’te ele alınmıştır.

Pratik laboratuvar — Stat Pack #1

İşlenmiş hesaplama. Bir sporcu için 60 dakikalık antrenman seansı şunları döndürür:

- Toplam mesafe: 6.800 m
- Yüksek hızlı koşu (>19,8 km/sa): 720 m
- Ortalama HR: 152 bpm; Gözlemlenen maks. HR: 188 bpm; Dinlenme HR: 56 bpm
- RPE (Borg CR-10): 7

Hesaplanan metrikler:

- **sRPE** = RPE × süre (dk) = 7 × 60 = **420 keyfi birim (AU)**
- **TRIMP (Banister, basit form)** = süre × HR fraksiyonu × ağırlıklandırma; burada HR fraksiyonu = (HR_ort – HR_dinlenme) / (HR_maks – HR_dinlenme). HR fraksiyonu = (152 – 56) / (188 – 56) = 96 / 132 = 0,727. Doğrusal olmayan HR yanıtını hesaba katan tipik bir ağırlıklandırma faktörü (Banister’in üstel formu) kullanılarak, bu seans için TRIMP yaklaşık **94 AU**’dur. (Tam denklem için bkz. Banister, 1991; ticari uygulamalar üstel faktörde farklılık gösterir.)
- **ACWR.** Bu sporcunun kronik yükünün (haftalık sRPE’nin 28 günlük hareketli ortalaması) 2.400 AU olduğunu varsayalım. Bu haftaki akut yük (7 günlük toplam sRPE) 3.300 AU’dur. ACWR = 3.300 / 2.400 = **1,375**. Bu, sık alıntılanan “tatlı noktanın” (≈ 0,8–1,3) üst sınırındadır ve dikkat gerektirir; müdahale gerektirip gerektirmediği sporcunun bireysel geçmişine ve çevre bağlamına bağlıdır (çerçevenin tam ele alınması ve eleştirileri için Modül 4’e bakınız).

Pratik ipucu. ACWR’yi elle ilk hesapladığınızda zahmetli hisseder. Bir hesap çizelgesi şablonu (Ek A, Şablon A4) bunu bir kadro için otomatikleştirir. Elle bir kez yapmanın amacı, *sayının ne anlama geldiğini* içselleştirmektir; elle hesaplamayı alışkanlık haline getirmek değil.

Modül 3 — Performans Optimizasyonu

Öğrenme hedefleri. Bu modülün sonunda antrenör şunları yapabilecek: 1. Bireyselleştirilmiş bir sporcu bazal değeri oluşturabilecek ve kişiselleştirilmiş referans aralıkları tanımlayabilecek. 2. Giyilebilir cihaz türevi metrikleri mikro, mezo ve makro döngü düzeylerinde doğrusal, blok ve dalgalı periyotlamaya entegre edebilecek. 3. Toparlanma göstergelerini (HRV, uyku, algılanan iyilik hali, CMJ) yorumlayabilecek ve bir toparlanma yargısı içinde sentezleyebilecek. 4. Bir yarışma zirvesi için giyilebilir cihaz bilgisiyle desteklenen bir tapering planı tasarlayabilecek. 5. Yeni bir metrik eklemenin marjinal değerini ölçüm yükünün maliyetine karşı değerlendirebilecek.

3.1 Gerçekten anlamlı bir sporcu bazal değeri oluşturma

Bazal değer tek bir sayı değildir. Bir dağılımdır. “Bu sporcunun dinlenme HRV’si 70 ms” demek bilgilendirici değildir; “bu sporcunun dinlenme HRV’si son dört haftada ortalama 70 ms, standart sapma 6 ms” demek yararlı bir referansın başlangıcıdır.

Kullanılabilir bazal değerler sağlayan protokol:

- Çıkarımda bulunmadan önce en az 4–6 hafta veri toplayın.
- Ölçüm koşullarını standartlaştırın (HRV: sabahın ilk işi, supin pozisyonda, kontrollü nefes alma, kafeinden önce; uyku: her gece aynı giyilebilir cihaz).
- Her metrik için bireysel ortalama ve standart sapmayı hesaplayın.
- Kişiselleştirilmiş referans aralıklarını tanımlayın; tipik olarak “normal aralık içinde” için bireysel ortalama ± 1 SD ve “araştırmaya değer anomali” için ± 2 SD.

Araştırma kanıtı. Plews, Laursen, Stanley, Kilding ve Buchheit (2013), HRV yorumlamasının bireyde köklenmesi gerektiğini göstermiştir: nüfus normları yanıltıcıdır çünkü sporcular arası değişkenlik, antrenman adaptasyonu önemli olan sporcular için sporcu içi günlük değişkenliği gölgede bırakır. İlke metrikler arasında genelleştirilebilir: *kadroyla değil, kendileriyle karşılaştırılır.*

Pratik ipucu. Yararlı bir yapı, her takip edilen metrik için ortalama, SD ve mevcut değeri trafik ışığı göstergesiyle gösteren bir tek sayfalık “bireysel sporcu profili”dir (Ek A, Şablon A3). Bu belge, antrenörün sabah toplantısı referansıdır.

3.2 Periyotlama çerçevelerinde giyilebilir veri

Klasik periyotlama modelleri — doğrusal, blok, dalgalı, konjuge — sürekli izlemeden önce tasarlanmıştır. Giyilebilir cihazlarla yer değiştirmezler; *desteklenirler.*

Mikro döngü (bir hafta). Giyilebilir cihazlar mikro döngüye *günlük hazırlık* aracılığıyla girer. Her sabah antrenör HRV, uyku ve iyilik halini okur; sporcuyu yeşil, sarı veya kırmızı olarak sınıflandırır ve günün seansını buna göre ayarlar. Karar kuralları önceden tanımlanmıştır (bkz. Şablon A8); böylece çağrı baskı altında doğaçlama yapılmaz.

Mezo döngü (3–6 hafta). Giyilebilir cihazlar mezo döngüye *kademeli aşırı yük yönetimi* aracılığıyla girer. Antrenör, yükteki haftalık artışları planlar (genellikle bir blok içinde haftada %5–10). Haftalık yük raporları, planlanan ile fiili dış yükü ve gözlemlenen iç yük yanıtını karşılaştırır; antrenörün planlanan ilerlemenin tolere edilip edilmediğini görmesini sağlar.

Makro döngü (bir sezon). Giyilebilir cihazlar makro döngüye *uzun yay adaptasyon takibi* aracılığıyla girer — örneğin aynı antrenman yükünde dinlenme HR’nin azalması kardiyorespiratuvar adaptasyonu önerir; ağır bir blok boyunca sabit CMJ yüksekliği yük altında nöromüsküler korumayı önerir.

İlke: Veri planı yazmaz. Veri, yazdığınız planın amaçladığınız şeyi yapıp yapmadığını söyler.

3.3 Toparlanma metrikleri — ne gösterdikleri ve ne göstermedikleri

Üç toparlanma alanı; hiçbirisi tek başına yeterli değil.

Kalp atış hızı değişkenliği (HRV). HRV otonom sinir sistemi durumunu yansıtır — geniş olarak kalbe gelen sempatik (mobilizasyon) ve parasempatik (toparlanma) girdiler arasındaki dengeyi. Genel olarak ve zamanla daha yüksek dinlenme HRV, toparlanmış durumla uyumlu parasempatik baskınlığı gösterir. Daha düşük HRV, özellikle sürekli aşağı doğru bir trend, biriken stresi gösterir. Uyarılar: HRV alkole, hastalığa, yaşam stresine ve ölçüm protokolüne duyarlıdır; tek bir günün okumasının asla eyleme tetiklemesi gerekmez — önemli olan 5–7 gün boyunca trend olur.

Uyku. Toplam uyku süresi, uyku verimliliği (uykuda geçen sürenin yatakta geçen süreye oranı) ve her uyku evresindeki süre çoğu tüketici giyilebilir cihaz tarafından raporlanır.

Toplam uyku süresi ve uyku verimliliği, polisomnografi (PSG) karşı araştırma doğrulamalarında oldukça güvenilirdir; evre sınıflandırması (derin, REM, hafif) tüketici cihazlarından daha az doğrudur ve antrenörler evre düzeyindeki veri üzerinden eyleme geçme konusunda dikkatli olmalıdır. Eyleme geçirilebilir kural: toplam uyku süresi ve verimliliği takip edin; evre verisini önerici olarak, kesin olmayan olarak ele alın.

Araştırma kanıtı. Walsh, Halson, Sargent, Roach ve meslektaşlarının 2021 uyku ve sporcu üzerine uzman konsensüsü, en güncel ve yetkili uygulayıcı referansını sağlar. Antrenörler temel önerilerine aşına olmalıdır: bazal olarak gecelik 7–9 saat hedefleyin; yarışma gecesi uykuyu koruyun; sürekli uyku bozukluğunu müdahale gerektiren bir esenlik meselesi olarak ele alın.

Subjektif iyilik hali. Basit bir sabah anketi — 1-5 arası derecelendirilmiş beş madde: uyku kalitesi, yorgunluk, ağrı, ruh hali, stres — hiçbir maliyeti yoktur ve sporcunun kendi deneyimini resme ekler. Saw, Main ve Gastin (2016), subjektif ölçülerin akut antrenman yanıtını takip etmede sıklıkla objektif olanlardan daha iyi performans gösterdiğini ortaya koymuştur. Yalnızca cihazlara güvenen ve hiçbir zaman sporcuya sormayan antrenörler, en bilgilendirici sinyali kaçırmaktadır.

Üçgenleme disiplini: Asla yalnızca bir metriğe göre eyleme geçmeyin. HRV düşük, uyku iyi, iyilik hali iyi = izleyin, belki tek bir yaşam stresi olayı. HRV düşük, uyku düşüyor, iyilik hali düşüyor = müdahale edin.

3.4 Giyilebilir cihazla onaylı tapering

Tapering, fitness'i korurken biriken yorgunluğu azaltır ve bir yarışmada zirve performansla olanak tanır. Mujika ve Padilla'nın (2003) derlemeleri temel referans olarak kalır: optimal taper, tipik olarak antrenman *hacmini* 8-14 gün boyunca %41-60 azaltır, *yoğunluğu* korur veya hatta hafifçe artırır ve *sıklığı* yalnızca mütevazı bir şekilde azaltır.

Giyilebilir veri onay ekler — yeniden tasarım değil. İyi yürütülen bir taper sırasında şunları bekleyin:

- **HRV** parasempatik toparlanma antrenman kaynaklı sempatik yükü aşarken yükselir.
- **Subjektif iyilik hali** iyileşir (ruh hali yukarı, yorgunluk aşağı, ağrı aşağı).
- **CMJ yüksekliği** nöromüsküler tazelik geri döndükçe mütevazı şekilde yükselir.
- **Dinlenme HR** hafifçe aşağı doğru kayar.

Veriler taper sırasında tersini gösterirse — HRV düşüyor, iyilik hali kötüleşiyor — plan işlemiyor demektir. Antrenör araştırmalıdır: kalıntı yorgunluk beklenenden fazla mı? Sporcu kötü uyuyor mu? Yaşam stresi resmi karıştırıyor mu? Müdahale “planı görmezden gel” değildir; “teşhis et ve ayarla”dır.

İşlenmiş örnek. Bir 800 metre koşucusu için 14 günlük taper: hacim haftalık 60 km'den (bazal blok) gün -14'te haftalık 30 km'ye, gün -7'de haftalık 22 km'ye ve son haftada haftalık 12 km'ye azaltıldı. Yoğunluk korundu — yarış temposu çalışması tam çabada devam etti, hacim olarak azaltıldı. Taper boyunca sporcunun HRV'si 65 ms'den (bazal ortalama) gün -5'te 71 ms'ye yükseldi; CMJ yüksekliği 38 cm'den 40 cm'ye çıktı; subjektif iyilik hali bileşik puanı 3,6/5'ten 4,2/5'e yükseldi. Veri, taperin çalıştığını doğruladı. Yarış gününde sporcu kişisel rekor koştu.

3.5 Ölçüm yükü ödünleşimi

İzlemede en çok göz ardı edilen tasarım sorusu şudur: *bunu ölçmenin maliyeti nedir?*

- Sporcu zamanı (sabah HRV ölçümü sporcu başına günde 5 dakika ekler).
- Ekipman maliyeti ve bakımı.
- Personel analiz zamanı.
- *Sayı kaygısı* riski — sporcuların yararsız şekillerde kendi metriklerine takıntılı hale gelmesi. Bu risk önemsizdir, özellikle ergenler ve mükemmeliyetçiliğe yatkın sporcular arasında.

Herhangi bir metrik eklemekten önce dürüstçe sorun: *bu hangi kararı değiştirecek?* Yanıt “hiçbiri” ise, metrik sistemde olmamalıdır. İyi kullanılan küçük bir metrik seti, kullanılmayan büyük bir setten daha iyi performans gösterir.

Modül 4 — Sakatlık Önleme

Öğrenme hedefleri. Bu modülün sonunda antrenör şunları yapabilecek: 1. Giyilebilir veri aracılığıyla tespit edilebilen değiştirilebilir sakatlık risk faktörlerini tanımlayabilecek ve her birini kanıt temeline bağlayabilecek. 2. Mevcut tartışmaları kabul ederken savunulabilir eşikler uygulayarak ACWR, antrenman monotonisi ve antrenman gerilimi (strain) hesaplayabilecek ve yorumlayabilecek. 3. IMU verisinden biyomekanik asimetrisi tespit edebilecek ve düzeltici müdahale veya sevk reçete edebilecek. 4. Açık eskalasyon protokolleriyle seçilmiş bir spor için bir erken uyarı sistemi oluşturabilecek. 5. Klinik yargının yanı sıra giyilebilir cihazla doğrulama kullanarak sahaya dönüş ilerlemesini yönetebilecek.

4.1 Sakatlık epidemiyolojisi ve izlemenin rolü

Sakatlık oranları spora özgüdür. Profesyonel futbolda, zaman kayıplı sakatlık insidansı tipik olarak 1.000 saat maruziyet başına 6-9 olarak bildirilir; çoğu çalışmada hamstring zorlanmaları tek başına en büyük kategoridir. Koşuda alt ekstremitte aşırı kullanım sakatlıkları baskındır ve rekreasyonel koşucular arasında yıllık insidans sıklıkla %20'nin üzerindedir. Temas ve dövüş sporunda profil akut eklem yaralanmalarına doğru kayar. Antrenör için önemli olan, değiştirilebilir ve değiştirilemez risk faktörleri arasındaki ayrımdır. Değiştirilemez faktörler yaş, önceki sakatlık öyküsü ve anatomik özelliklerdir. Değiştirilebilir faktörler antrenman yükü ilerlemesi, uyku, asimetri, toparlanma uygulamaları ve kondisyon düzeyidir. Giyilebilir izleme değiştirilebilir faktörleri etkiler; değiştirilemez olanları değiştirmez. Bu ayrımı anlayan bir antrenör gerçekçi beklentiler belirler: izleme riski azaltır, ortadan kaldırmaz.

4.2 Yük yönetimi ve sakatlık-antrenman paradoksu

Araştırma kanıtı — ve mevcut tartışma. Gabbett'in 2016 *British Journal of Sports Medicine* makalesi, "Antrenman-sakatlık önleme paradoksu", bu alandaki en çok atıf yapılan tek makaledir. Temel argümanı: yetersiz hazırlanmış sporcular risk altındadır ve aşırı yüklenmiş sporcular risk altındadır; antrenman yükü ile sakatlık arasındaki ilişki U-şekilli veya ters U-şekillidir. Akut:Kronik İş Yükü Oranı (ACWR) — son 7 günlük yükün 28 günlük hareketli ortalamaya oranı — yaklaşık 0,8-1,3 olarak sık alıntılanan "tatlı nokta" ile pratik bir araç olarak önerilmiştir.

Sonraki çalışmalar bu çerçeveyi hem desteklemiş hem de zorlamıştır. Bowen, Gross, Gimpel, Bruce-Low ve Li (2020), üç sezonluk İngiliz Premier Lig verisinde ACWR zirvelerinin 5–7 kat sakatlık riskiyle ilişkili olduğunu bulmuştur. Drew ve Finch (2016), daha geniş yük-sakatlık literatürünü geniş ölçüde tutarlı bulgularla sistematik olarak gözden geçirmiştir. Bununla birlikte Impellizzeri, Tenan, Kempton, Novak ve Coutts (2020) kavramsal ve istatistiksel itirazlar dile getirmiş; ACWR'nin matematiksel özelliklerinin (örtüşen pay ve paydaya sahip bir oran olması) sahte ilişkiler üretebileceğini ve program karıştırmasının — ağır haftalar yük dışı nedenlerle ağır haftaları takip etme eğilimindedir — görünür ilişkiyi çarpıtabileceğini savunmuştur. Bornn, Ward ve Norman (2019) nedensel bir analizde benzer bir argüman ortaya koymuştur.

Uygulamacı bir antrenör için dürüst sentez: **ACWR yararlı bir ipucudur, bir karar değildir.** Zirveler araştırmaya değerdir. Sürekli ACWR > 1,5 dikkat gerektirir. Ancak tek bir ACWR sayısını evet/hayır sakatlık yordayıcısı olarak ele almayın. Sporcunun geçmişi, subjektif iyilik hali resmi ve antrenman bağlamı hakkındaki kendi bilginizle birlikte kullanın.

Foster'dan (1998) iki ek metrik:

Antrenman monotonisi = ortalama günlük yük / günlük yükün standart sapması (bir hafta boyunca). Yüksek monotonisi daha tek tip bir yük örüntüsü; düşük olan daha fazla varyasyon anlamına gelir. Sürekli yüksek monotonisi, özellikle yüksek ortalama yükte, yükselmiş hastalık ve aşırı yüklenme riskiyle ilişkilendirilmiştir.

Antrenman gerilimi (strain) = haftalık yük × monotoni. Hacim ve tekdüzeliği tek bir indekste birleştirir. Haftalar boyunca takip metriği olarak yararlıdır; tek haftalık karar girdisi olarak daha az yararlıdır.

4.3 Asimetri ve hareket kalitesi kırmızı bayrakları

Alt ekstremitelere yerleştirilen eylemsizlik ölçüm birimleri veya enstrümante kuvvet platformları, standartlaştırılmış testler sırasında yan farklarını ölçebilir:

- **Sıçrama-iniş asimetrisi.** İkili kuvvet platformlarında (veya iki tek taraflı IMU ile) gerçekleştirilen bir CMJ, dominant ve dominant olmayan bacak arasında dikey yer tepki kuvveti, temas süresi veya sıçrama yüksekliğindeki yüzde farkını ortaya çıkarır. Yaklaşık %10–15’in üzerindeki asimetrikler genellikle takip için işaretlenir.
- **Sprint asimetrisi.** IMU’lar tarafından yakalanan sprint sırasında bacaklar arasındaki adım uzunluğu, temas süresi veya impuls farkları.
- **Yavaşlama mekaniği.** Yön değişikliğinde asimetrik fren kuvveti; özellikle ACL sakatlık araştırması için ilgilidir.

Antrenörün asimetri verisiyle rolü *trajdir*: tespit edin, belgeleyin ve asimetri büyük, sürekli veya semptomlarla birlikteyse daha kapsamlı değerlendirme için sevk edin. Özel biyomekanik eğitimi olmayan antrenörler, yalnızca asimetri verisinden düzeltici reçete denemeye girişmemelidir.

4.4 Bir erken uyarı sistemi tasarlama

Yararlı bir erken uyarı sistemi spora özgüdür, az sayıda yüksek sinyalli girdiye sahiptir, eşikleri önceden tanımlar ve her eşığe önceden karar verilmiş eylemler atar.

Adım 1 — 3–4 girdi seçin. Bir açık alan takım sporu için: ACWR (yük), sRPE temelli haftalık gerilim, uyku süresi, subjektif iyilik hali. Bir dayanıklılık bireysel sporu için: ACWR, HRV trendi, uyku, subjektif iyilik hali. GPS olmayan bir kapalı alan takım sporu için: sRPE temelli haftalık yük, sRPE’den hesaplanan ACWR, uyku, subjektif iyilik hali.

Adım 2 — Kişiselleştirilmiş eşikler belirleyin. Modül 3’teki bireysel bazal değer yaklaşımını kullanın. HRV’de bir standart sapmalık düşüş bir sarı bayraktır; iki standart sapma turuncudur; üç kırmızıdır. Seçtiğiniz her girdi için eşik belirleyin.

Adım 3 — Eskalasyon katmanlarını tanımlayın. Tek bir sarı bayrak yalnızca gözlem gerektirebilir. Birden fazla girdi arasında sarı bayrakların kombinasyonu müdahale gerektirir. Herhangi bir tek girdide turuncu veya kırmızı, derhal inceleme gerektirir.

Adım 4 — Eylemlere önceden karar verin. Her katman için ne olacağını önceden kararlaştırın. Sarı: izleyin, sporcuya sorun. Turuncu: seansı değiştirin (yoğunluğu veya hacmi önceden belirlenmiş bir miktar azaltın), sporcuya görüşün. Kırmızı: seansı değiştirin, tıbbi personele inceleme için iletin. Önceden karar vermenin amacı, baskı anındaki doğaçlamayı ortadan kaldırmaktır.

Adım 5 — Herkesi bilgilendirin. Sporculara ve personele sistem anlatılır. Turuncu bir bayrak yanınca, sporcu yanıtın “cezalandırma değil, değiştirme” olduğunu zaten bilir. Bu, direnci ortadan kaldırır ve sistemi kadro kültürüne yerleştirir.

Çalışan bir erken uyarı kontrol listesi Ek A’da (Şablon A9) sunulmaktadır.

4.5 Beş işlenmiş vaka çalışması

Her vaka çerçeveyi farklı bir bağlamda örnekler. Tüm vakalar anonimleştirilmiştir; veri biçimleri gerçekçidir ve yayınlanmış literatürle tutarlıdır.

Vaka 4.5.1 — GPS bilgili yük yönetimi aracılığıyla bir profesyonel futbol kulübünde hamstring zorlanması azaltma

Bağlam. 28 kıdemli oyuncudan oluşan, tam GPS takım izlemesi (10 Hz birimler) ve entegre S&C ile tıbbi personeli olan ikinci lig Avrupa futbol kulübü. Hamstring zorlanmaları, önceki iki sezonda yumuşak doku devamsızlıklarının %41’ini oluşturmuştu — spor için tipik ancak kulübün görüşüne göre yüksek.

Müdahale. Yeni sezon boyunca tıbbi ve S&C personeli, 28 günlük hareketli kronik maruziyete dayanarak her oyuncu için bireyselleştirilmiş yüksek hızlı koşu (HSR; >19,8 km/sa) tavanları tanımladı. Haftalık HSR, her oyuncunun kronik ortalamasının 1,5 katından fazla olmayacak şekilde kısıtlandı. “Yüksek risk penceresindeki” (sakatlıktan dönen, biriken yorgunluk) oyuncular daha sıkı tavanlar aldı. Müdahale, bazı oyuncuların antrenman hacimleri azaltıldığı için — bireysel tavanlara yaklaşıldığında maçlar sırasında ara sıra oyuncu değişikliği kararları dahil — esaslı antrenörlük personeli desteği gerektirdi.

Sonuç. Sezon boyunca hamstring zaman kaybı insidansı, takım düzeyinde maç fiziksel çıktısında gözlemlenebilir bir azalma olmaksızın önceki sezonun bazal değerinden düştü. Personel iç değerlendirmelerinde dürüsttü: kadro değişimi, program yoğunluğu ve rutin değişiklik de sezonlar arasında değişti, bu nedenle tek sezonluk bir karşılaştırma yük tavanı müdahalesini izole edemez. Vaka burada nedensellik kanıtı olarak değil, sistemin operasyonel bir illüstrasyonu olarak sunulmaktadır.

Antrenörlük çıkarımı. Yük yönetimi, bireysel eşikler, önceden tanımlanmış eylemler ve antrenörlük ile tıbbi fonksiyonlar arasında personel desteği gerektirir. Ayrıca iç değerlendirmenin neyi kurabileceği ve neyi kuramayacağı konusunda entelektüel dürüstlük gerektirir.

Vaka 4.5.2 — Üniversite basketbolu: HRV bir başlangıç oyun kurucuda aşırı antrenmanı erken uyarır

Bağlam. Bir Kuzey Amerika Bölüm-I kadın basketbol takımı. Son sınıftaki başlangıç oyun kurucusu, dinlenme HRV ölçümü için her gece HR ve HRV özellikli bir göğüs bandı taktı. Bazal HRV, sezon öncesinde ortalama 78 ms ve 7 ms standart sapmaydı.

Sunulan veri. Beş maç ve ağır bir antrenman programı içeren üç haftalık bir gerginlik sırasında HRV hafta hafta aşağı doğru eğildi: 1. hafta ortalama 71 ms, 2. hafta ortalama 65 ms, 3. hafta ortalama 58 ms — bazal değerden %25 düşüş. Eş zamanlı girdiler: subjektif iyilik hali bileşik puanı 4,2’den 3,4’e düştü; uyku verimliliği %92’den %84’e düştü; CMJ yüksekliği 42 cm’den 38 cm’ye düştü.

Karar. S&C antrenörü, baş antrenörle istişare ederek, takip eden hafta boyunca kondisyon hacmini yaklaşık %40 azalttı, aktif toparlanma seanslarını artırdı ve bir deplasman maçı için seyahat programını ayarlayarak oyuncunun uyku penceresini korudu. Maç dakikaları azaltılmadı.

Sonuç. On gün içinde HRV 73 ms’ye geri döndü (bazal değer bir SD’si içinde); iyilik hali, uyku ve CMJ bazal aralıklara geri döndü. Oyuncu sezonun geri kalanını semptomatik aşırı yüklenme olmadan tamamladı.

Antrenörlük çıkarımı. Üçgenleme önemlidir. HRV tek başına gürültü olarak ele alınabilirdi; HRV artı uyku artı iyilik hali artı CMJ tutarlı bir resim oluşturdu. Önleyici hacim azaltma, zorla devamsızlığın yaratacağı maliyetten daha düşüktü.

Vaka 4.5.3 — Entegre uyku ve HRV izleme aracılığıyla işlevsel olmayan aşırı yüklenmeden kaçınan triatlet

Bağlam. 16. haftada zirve yarışla 16 haftalık bir yarışma yapılanmasında ulusal düzey yaş grubu triatleti. İzleme: gece HRV (göğüs bandı), sürekli uyku takibi (bilek cihazı), günlük sRPE, haftalık subjektif iyilik hali anketi.

Sunulan veri. Yapılanmanın 9-11. haftalarında uyku verimliliği üç hafta boyunca %91 bazaldan %82’ye düştü; HRV 56 ms bazaldan 47 ms’ye eğildi; subjektif iyilik hali 4,0’tan 3,2’ye düştü; reçete edilen seanslar için sRPE yukarı doğru kaymaya başladı — aynı reçete edilen seans daha yüksek algılanan çaba üretiyordu.

Karar. Antrenör ve sporcu 12. haftada planlanmamış 7 günlük bir deload uyguladı: hacim %50 azaltıldı, yoğunluk daha düşük hacimde korundu, uyku penceresi korundu. Sporcu önce direndi (“fitness kaybediyorum”); antrenör mantığı açıklamak için veriyi kullandı.

Sonuç. Deload haftasının sonuna kadar uyku verimliliği %89’a döndü, HRV 53 ms’ye toparlandı, iyilik hali 3,9’a yükseldi. Sporcu 13-15. haftalar boyunca orta düzeyde azaltılmış hacim hedefiyle yapılanmaya devam etti, sonra 16. haftaya kadar tapere geçti. Yarış performansı kişisel rekordu.

Antrenörlük çıkarımı. Giyilebilir cihazlar zorla bir deload yerine *bilgilendirilmiş* bir deload sağladı. Sporunun direnci öngörüldü ve otorite ile değil, kanıtla yanıtlandı.

Vaka 4.5.4 — Para-spor uygulaması: bir tekerlekli sandalye basketbolu takımında omuz aşırı kullanım izlemesi

Bağlam. Zeynep'in tekerlekli sandalye basketbolu takımı — Türkiye ulusal liginde on iki kıdemli sporcu. Kritik içgörü: tekerlekli sandalye sporunda propulsif eklem oyun eklemidir. Omuz sakatlık risk profilleri ayakta sporundan yapısal olarak farklıdır (Goosey-Tolfrey ve Leicht, 2013). İzleme: antrenmanlar ve maçlar sırasında IMU türevi vuruş sayıları; haftalık omuz ağrısı ölçekleri (0–10); subjektif iyilik hali; sRPE.

Sunulan veri. Lig sezonunun 12-17. haftaları boyunca üç oyuncu, haftalık vuruş sayılarında (8 haftalık kronik ortalamalarının üzerinde) eş zamanlı artışlar ve omuz ağrısı ölçeklerinde artışlar (sırasıyla 2 → 5, 1 → 4, 3 → 6) gösterdi. Bir oyuncunun iyilik hali bileşik puanı da düşmeye başladı.

Karar. Antrenörlük personeli, antrenmanlar için oyuncuya özgü vuruş hacmi tavanları uyguladı (maçlar değiştirilebilir değildi). Ağrı ölçeği 6'ya ulaşan bir oyuncu, tıbbi değerlendirme için bir sonraki maçı alıkonuldu. Toparlanma müdahaleleri (manuel terapi, mobilite çalışması) kadro genelinde yoğunlaştırıldı.

Sonuç. İki oyuncu için ağrı ölçekleri üç hafta içinde bazala döndü. Üçüncü oyuncuya subakromiyal sıkışma teşhisi konuldu, tedavi edildi ve altı hafta sonra yarışmaya döndü. Takımın sezonun ikinci yarısındaki toplam omuz sakatlığı zaman kaybı, önceki sezonun karşılaştırılabilir döneminden daha düşüktü.

Antrenörlük çıkarımı. Para-spor, ayakta sporu şablonlarının uygulanmasını değil, uyarlanmış izleme çerçeveleri gerektirir. Objektif yük ve subjektif semptom raporunun kombinasyonu belirleyiciydi; herhangi biri tek başına en az bir vakayı kaçırdı.

Vaka 4.5.5 — Taban gençlik akademisi: 1.200 €'ya etkili yük yönetimi

Bağlam. Mehmet'in gençlik futbol akademisi — 12-16 yaş arası yirmi oyuncu. Toplam izleme bütçesi: 1.200 €. Ekipman: 20 göğüs bandı HR monitörü (60 € her biri), seçilmiş seanslar için bir paylaşımlı GPS pod, günlük antrenman için kağıt sRPE günlükleri.

Müdahale. Bir sezon boyunca akademi şunları uyguladı: - Her antrenman seansı ve maç için haftalık sRPE takibi. - Haftalık yük, monoton ve ACWR hesaplanması (her seans için GPS verisi olmadığından yük metriği olarak sRPE kullanarak). - Basit bir trafik ışığı erken uyarı sistemi: ACWR > 1,5 olan veya iki ardışık hafta iyilik hali bileşik puanı düşen herhangi bir oyuncu, takip eden hafta değiştirilmiş antrenman aldı.

Sonuç. Sezonun ilk yarısında iki oyuncu işaretlendi; ikisi de yük azaltımı aldı ve antrenörlük personelinin (geriye dönük tartışmada) biriken şikayetlere dayanarak aşırı kullanım sakatlığı olacağına inandığı şeyden kaçındı. Sezon boyunca toplam akut sakatlık zaman kaybı, önceki sezonun karşılaştırılabilir döneminden daha düşüktü, ancak karşılaştırma gayri resmidir.

Antrenörlük çıkarımı. İzleme bir disiplindir, bir bütçe değil. Kullanılmayan en pahalı sistem hiçbir şeyden daha iyi performans gösterir — ancak *kullanılan* en ucuz sistem kullanılmayan en pahalı sistemden daha iyi performans gösterir. Taban ve gençlik bağlamları, yapılandırılmış izlemeyi anlamlı bir şekilde benimseyebilir.

Modül 5 — Antrenörlük Pratiğine Entegrasyon (Operasyonel)

Öğrenme hedefleri. Bu modülün sonunda antrenör şunları yapabilecek: 1. Planla-Uygula-Kontrol Et-Önlem AI döngüsünü kullanarak kendi bağlamına uygun 90 günlük bir giyilebilir teknoloji entegrasyon planı tasarlayabilecek. 2. Rıza, erişim, saklama, paylaşım ve ihlal yanıtını kapsayan yazılı bir veri yönetimi politikası geliştirebilecek. 3. Giyilebilir veriyi uygun çerçeveleme ile sporculara (ve velilere) iletebilecek. 4. Veri odaklı pratiğe direnen personel ve paydaşlar arasındaki değişimi yönetebilecek. 5. Kuruluşu içinde giyilebilir yetkinliği yaymak için en uygun sunum yolunu seçebilecek ve operasyonel hale getirebilecek.

5.1 Planla-Uygula-Kontrol Et-Önlem AI entegrasyon çerçevesi

Deming'in PDCA döngüsü — Planla, Uygula, Kontrol Et, Önlem AI — orijinal olarak üretim kalite kontrolü için geliştirildi ancak antrenörlükte giyilebilir entegrasyonuna temiz bir şekilde uygulanır.

Planla. Giyilebilir cihazların bu sezon yanıtlanmanıza yardımcı olacağı belirli bir soru tanımlayın. Örnekler: “Oyuncuya özgü yük tavanları hamstring insidansını azaltacak mı?” “Günlük HRV izleme taper kararlarımızı iyileştirecek mi?” “Dayanıklılık grubumuzda aşırı yüklenmeyi iki hafta daha erken tespit edebilir miyiz?” Plan ayrıca soruyu yanıtlayacak metrikleri, popülasyonu (bir oyuncu, bir kohort, tüm kadro), zaman çizelgesini ve başarı kriterini belirtir.

Uygula. Önce küçük ölekte uygulayın. Bir kohort, bir sezon. Birinci haftada tüm kuruluşa yayılma cazibesine direnin — veri yönetimi, eğitim ve kültürel çalışma henüz yapılmamıştır.

Kontrol Et. Başarı kriterine göre değerlendirin. Soru yanıtlandı mı? Metrikler beklendiği gibi davrandı mı? İstenmeyen sonuçlar oldu mu (sporcu kaygısı, personel iş yükü, personel arası sürtüşme)?

Önlem AI. Ölçeklendirin, ayarlayın veya durdurun. En önemli seçenek sonuncusudur: değer sağlamayan bir izleme çabasını durdurmaya istekli olan bir antrenör, bir sonraki girişim için itibar ve kaynak kazanır. İzleme antrenörlüğe hizmet etmelidir, tersi değil.

5.2 Veri yönetimi ve antrenörlük pratiğinde GDPR

Bu bölüm, Modül 1'in GDPR'a giriş bölümünün derinleştirilmesidir. Modül 1 size kuralların var olduğunu söyledi. Modül 5 operasyonel uyumunuzu oluşturur.

Savunulabilir kulüp düzeyinde bir veri yönetimi politikası en azından aşağıdaki bileşenleri kapsamalıdır.

Hukuki sebep (GDPR Madde 6). Çoğu spor antrenörlüğü bağlamı rızaya (Madde 6(1)(a)) veya meşru çıkarlara (Madde 6(1)(f)) dayanacaktır. Özellikle giyilebilir veri için, işleme tanımlanabilir, sporcunun bakış açısından isteğe bağlı ve hizmeti sağlamak için kesinlikle gerekli olmadığı için genellikle en temiz sebep rızadır.

Özel nitelikli kategori sebebi (GDPR Madde 9). Sağlık verisi — kalp atış hızı, biyomekanik veri ve uyku dahil — Madde 9 altında ek bir sebep gerektirir. Spor antrenörlüğünde en yaygın olan, uygun organizasyonel güvencelerle desteklenen *açık rızadır* (Madde 9(2)(a)).

Bilgilendirilmiş rıza. Sporculara sade bir dille hangi verilerin toplandığı, neden, kimin erişebileceği, kimle paylaşıldığı, ne kadar süre saklandığı ve nasıl geri çekilebileceği anlatılmalıdır. Ek A'daki Şablon A1, benimsemeden önce yerel yasal incelemeyi gerektiren bir başlangıç noktası sağlar.

Reşit olmayanlar. 16 yaşın altındaki (veya GDPR Madde 8 altındaki ilgili ulusal yaş eşiği) sporcular ebeveyn veya vasi rızası gerektirir. Yasal eşik daha düşük olsa bile, en iyi uygulama 16 yaş altı tüm sporcular için vasilerin dahil edilmesi ve genç sporcuya yaşa uygun açıklamalar sağlanmasıdır.

Erişim kontrolleri. Kimin neyi görebileceğini açıkça tanımlayın. Baş antrenör, S&C antrenörü, performans analisti ve tıbbi personel farklı meşru erişime sahiptir. Rakip skoru bunu yapmaz. Sporcu menajeri yapmaz. Sponsorlar yapmaz. Erişim izinlerini belgelendirin ve denetleyin.

Saklama süreleri. Veriyi ne kadar saklıyorsunuz? GDPR, saklamayı yalnızca belirtilen amaç için gerekli olduğu sürece gerektirir. Sezon içi operasyonel veri için savunulabilir bir varsayılan, sporcunun bağlılığının süresi artı tanımlanmış bir bağlılık sonrası süredir (örneğin 24 ay); araştırma amaçlı veri için daha güçlü anonimleştirme ile daha uzun saklama uygulanabilir. Politikayı belgelendirin ve takip edin.

Üçüncü taraf paylaşımı. Veri bir federasyon, ulusal takım, araştırma projesi veya herhangi bir dış kuruluşla paylaşıldığında, bu paylaşım kendi rızasını ve veri paylaşım anlaşmasını gerektirir.

İhlal yanıtı. GDPR Madde 33 altında belirli ihlaller denetim makamına 72 saat içinde bildirilmelidir. Antrenör veri koruma yetkilisi değildir, ancak antrenör eskalasyon zincirini bilmelidir: sporcu verisi içeren kayıp bir dizüstü bir ihlaldir; derhal bildirin.

Sporcu hakları. Sporcuların verilerine erişme, yanlışlıkları düzeltme, silmeyi talep etme (“unutulma hakkı”) sınırlamalara tabi ve rızayı geri çekme hakları vardır. Bu hakları en başından iş akışınıza inşa etmek, daha sonra eklemekten çok daha kolaydır.

5.3 Sporcularla sayıları hakkında konuşmak

Veriyi yorumlama teknik yetkinliği gerekli ancak yeterli değildir. Daha zor yetkinlik, veri tabanlı geri bildirimi sporcuyla destekleyecek şekilde sunmaktır.

Metrikleri kararlar olarak değil, bilgi olarak çerçeveleyin. “HRV’niz vücudunuzun hâlâ toparlandığını öneriyor — bugünkü seansı ayarlayalım” cümlesi iş birliğine davet eden bir bilgidir. “HRV’niz hazır olmadığınızı söylüyor” cümlesi, dirence davet eden bir karardır. Olgusal içerik aynı olabilir; çerçeveleme konuşmayı değiştirir.

Failliği koruyun. Sporcunun bedeni kendisine aittir. Antrenör uzmanlık sağlar. Veri, paylaşılan bir kararı destekleyen bir araçtır. Bu ilke iletilindiğinde ve yaşandığında sporcular verileriyle etkileşim kurar; ihlal edildiğinde ya manipüle ederler ya da geri çekilirler.

Olumsuz haber senaryoları. Veri olumsuz olduğunda ve bir seans azaltılması gerektiğinde, antrenörün önceden hazırladığı bir senaryo on doğaçlama konuşmadan daha değerlidir.

Örnek bir yapı: 1. Sporcunun çabasını ve adanmışlığını takdir edin. 2. Veri gözlemini sade terimlerle paylaşın. 3. Gözlemi karara bağlayın. 4. Sporcunun bakış açısını davet edin. 5. İleriye dönük yolu birlikte onaylayın.

Sayı kaygısından kaçının. Bazı sporcular — özellikle ergenler, özellikle mükemmeliyetçiliğe yatkın olanlar — kendi metriklerine yararsız şekillerde takıntılı hale gelebilir. Buna dikkat edin. Bu riskin mevcut olduğu yerlerde sporcuya yönelik metrikleri sınırlayın. Sayılar kadar duygular hakkında da konuşun.

5.4 Çok disiplinli bir personele entegre olma

Anlamlı büyüklükteki herhangi bir ekipte, giyilebilir veri personel fonksiyonlarını çapraz keser: baş antrenör, yardımcı antrenörler, S&C, fizyoterapi, spor psikolojisi, performans analizi. Bir RACI matrisi — Sorumlu, Hesap Veren, Danışılan, Bilgilendirilen — her veri alanı için kimin ne yaptığını netleştirir. Ek A’daki Şablon A10 bir başlangıç yapısı sunar. Amaç bürokrasi değildir; çoklu personel verisinin iki başarısızlık modunu önlemektir:

- Veri alanını kimse sahiplenmediği için *birden fazla personelin çelişkili kararlar alması*.
- Başka birinin sorumlu olduğu varsayıldığı için *verinin analiz edilmeden durması*.

Önceki haftanın izleme çıktılarına bağlanmış tanımlanmış bir gündem ile haftalık bir performans toplantısı sistemin yerleşmesini sağlar.

5.5 Sunum yolları — operasyonel üst katman

Bu alt bölüm Modül 5’in operasyonel imzasıdır: hedef kitle ve bağlama bağlı olarak beş esnek modda *tüm bu programı nasıl sunacağını* belgeler.

Bireysel yol — ≈ 6 hafta, bireysel antrenörler. Haftada bir modül. Antrenör bölümü okur, sınavı tamamlar, şablonları indirir, ortamına bir pratik etkinlik uygular. Uygulama dahil modül başına yaklaşık 4 saat taahhüt. En uygun: bireysel antrenörler, coğrafi olarak dağınık kitleler, asenkron öğrenme tercihleri. WEARCOACH mobil uygulaması (D2.4) aracılığıyla sunulur.

Eğitmen rehberli yol — 2 günlük yoğun, kohort ortamları. 1. Gün: Modül 1, 2, 3 (her biri 90 dakika, molalar ve uygulamalı egzersizlerle). 2. Gün: Modül 4, 5 (her biri 90 dakika), artı capstone plan atölyesi. Kohort boyutları 12-24. Kolaylaştırıcı profili: temel spor bilimi eğitimi olan deneyimli bir antrenör; Eğitmen Rehberi (Ek B) saatlik senaryolar sağlar. En uygun: federasyonlar, NSGB'ler, kulüp personeli eğitim günleri.

Harmanlanmış yol — 4 hafta, akredite sürekli eğitim bağlamları. Her hafta: 3 saat asenkron (okuma + sınav) ardından 2 saat senkron seans (vaka tartışması, uygulamalı pratik). Modül 1 ve 2 1. haftada birleştirilir, sonra Modül 3, 4, 5 2., 3., 4. haftalar boyunca. En uygun: üniversite antrenör eğitim programları, federasyon CPD parkurları.

Mikro-öğrenme yolu — 30 gün, mobil öncelikli. Her gün: mobil uygulamada bir 10 dakikalık birim (bir kavram, bir soru, bir mikro-egzersiz). En uygun: zaman baskısı altındaki antrenörler, taban kitleler, düşük taahhütle kitlesel yayılım. D2.4 aracılığıyla sunulur.

Eğitici eğitimi (TOT) yolu — 3 gün. Ana antrenörleri programı diğer antrenörlere sunmak üzere donatma. 1. Gün: program içeriği uzmanlık incelemesi. 2. Gün: yetişkin öğrenme kolaylaştırma becerileri. 3. Gün: geri bildirim ile uygulama öğretimi. En uygun: programın federasyonlar ve ulusal bağlamlarda ölçeklendirilmesi.

Yollar arasında seçim yapma karar yardımı: kitleniz bireysel ve dağınıksa, bireysel veya mikro-öğrenmeyi seçin. Kitleniz bir kohort ise ve kolaylaştırıcı kapasiteniz varsa, eğitmen rehberli veya harmanlanmış olanı seçin. Programın kendisini ölçeklendirmek istiyorsanız, önce TOT'a yatırım yapın.

Capstone — 90 Günlük Giyilebilir Teknoloji Entegrasyon Planı

Modül 5'i tamamlayan her antrenör, Şablon A5'i kullanarak şunları kapsayan yazılı bir 90 günlük entegrasyon planı üretir:

- **Bağlam analizi.** Spor, seviye, sporcu sayısı, mevcut izleme pratiği, mevcut kaynaklar, personel yapısı.
- **PDCA sorusu.** Giyilebilir cihazların bu sezon yanıtlayacağı belirli bir soru.
- **Metrik seçimi.** Adlandırılmış bir sporcu için kişiselleştirilmiş eşiklerle 3-5 metrik.
- **Yönetişim.** Rıza, erişim ve saklamayı kapsayan kısa bir veri yönetimi bildirisi.
- **İletişim planı.** Sporcular (ve uygunsa veliler) nasıl bilgilendirilecek?
- **Başarı kriterleri.** 30. gün, 60. gün ve 90. günde başarı neye benzer?
- **İnceleme kontrol noktaları.** Dürüst inceleme için takvim tarihleri.
- **Durdurma koşulları.** Sizi planı durdurmaya veya esaslı bir şekilde değiştirmeye ne yönltebilir?

Eğitmen rehberli ortamlarda planlar kohort içinde akran değerlendirmesinden geçer. Bireysel ortamlarda, dürüst öz-değerlendirmeyi destekleyecek rubrik (Ek C) bulunur.

Sonuç ve Sonraki Adımlar

Giyilebilir teknoloji artık modern antrenör için isteğe bağlı değildir — ancak nasıl kullanılacağı bir antrenörlük seçimi olarak kalır ve kalmalıdır. Bu el kitabı yapılandırılmış bir yetkinlik programı sundu: cihazların ve sensörlerin temelleri; veri takibinin pratik okuryazarlığı; verinin performans ve toparlanma yönetimine entegrasyonu; verinin sakatlık önlemede kullanımı; ve tüm bunların antrenörün günlük, haftalık ve sezonluk pratiğine operasyonel entegrasyonu. Program bir alıcı rehberi değildir ve ticari ürünleri onaylamaz. Bir yetkinlik programıdır; bugün pazarda olan belirli cihazları ve platformları aşmak üzere tasarlanmıştır. Sensörler iyileşecek; gösterge panelleri yeniden tasarlanacak; algoritmalar revize edilecek. Antrenörün doğru soruyu sorma, yanıtı eleştirel olarak değerlendirme ve sonucu sporcuyu destekleyen bir yargıya entegre etme kapasitesi kalıcı yetkinliktir.

Bu el kitabını tamamlayan her antrenör için üç sonraki adım:

1. **Giyilebilir Teknolojiler Öz-Değerlendirme Toolkit'ini (D2.3) tamamlayın.** Beş modül boyunca en güçlü ve en zayıf yetkinlik alanlarınızı tanımlar ve hedefli yeniden çalışmayı destekler.
2. **WEARCOACH mobil uygulamasına (D2.4) yayımlandığında erişin.** Uygulama, şablonların dijital sürümünü, mikro-öğrenme içeriğini ve diğer antrenörlerle uygulamaları tartışmak için bir topluluk alanı sağlayacaktır. D2.4 kullanıma sunulana kadar D2.2 ile sağlanan yazdırılabilir şablonlar ve eğitim materyalleri kullanılmalıdır.
3. **90 günlük entegrasyon planınızı uygulayın.** Modül 5 capstone'u, bu programın en önemli tek eseridir. Planı yazmadan el kitabını tamamlayan antrenör içeriği öğrenmiştir; planı yazan ve uygulayan antrenör pratiği değiştirmiştir.

WEARCOACH konsorsiyumu bu el kitabı hakkında geri bildirimde değer verir. Resmi pilot test aşaması (D2.5), eğitim materyalleri, öz-değerlendirme araç seti ve mobil uygulamanın gerçek antrenörlük ortamlarında antrenörler ve sporcular tarafından nasıl deneyimlendiğini değerlendirecektir. Elde edilen bulgular, WEARCOACH kaynaklarının nihai sürümlerini iyileştirmek için kullanılacaktır. Geri bildirim için iletişim bilgileri proje web sitesi aracılığıyla mevcuttur.

Kaynakça

- Akenhead, R., & Nassis, G. P. (2016). Training load and player monitoring in high-level football: Current practice and perceptions. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(5), 587–593.
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (Eds.). (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. Longman.
- Arden, C. L., Glasgow, P., Schneiders, A., Witvrouw, E., Clarsen, B., Cools, A., Gojanovic, B., Griffin, S., Khan, K. M., Moksnes, H., Mutch, S. A., Phillips, N., Reurink, G., Sadler, R., Silbernagel, K. G., Thorborg, K., Wangensteen, A., Wilk, K. E., & Bizzini, M. (2016). 2016 Consensus statement on return to sport from the First World Congress in Sports Physical Therapy, Bern. *British Journal of Sports Medicine*, 50(14), 853–864.
- Bampouras, T. M., Esformes, J. I., & Reeves, M. J. (2021). The use of wearable technology in sport: Challenges and opportunities for coaches. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 16(1), 112–122.
- Banister, E. W. (1991). Modeling elite athletic performance. In H. J. Green, J. D. McDougal, & H. Wenger (Eds.), *Physiological testing of the high-performance athlete* (pp. 403–424). Human Kinetics.
- Biggs, J., & Tang, C. (2011). *Teaching for quality learning at university* (4th ed.). Open University Press.
- Bornn, L., Ward, P., & Norman, D. (2019). Training schedule confounds the relationship between acute:chronic workload ratio and injury: A causal analysis in professional soccer and American football. *MIT Sloan Sports Analytics Conference Proceedings*.
- Borresen, J., & Lambert, M. I. (2009). The quantification of training load, the training response and the effect on performance. *Sports Medicine*, 39(9), 779–795.
- Bourdon, P. C., Cardinale, M., Murray, A., Gastin, P., Kellmann, M., Varley, M. C., Gabbett, T. J., Coutts, A. J., Burgess, D. J., Gregson, W., & Cable, N. T. (2017). Monitoring athlete training loads: Consensus statement. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(s2), S2-161–S2-170.
- Bowen, L., Gross, A. S., Gimpel, M., Bruce-Low, S., & Li, F.-X. (2020). Spikes in acute:chronic workload ratio (ACWR) associated with a 5–7 times greater injury rate in English Premier League football players: A comprehensive 3-year study. *British Journal of Sports Medicine*, 54(12), 731–738.
- Buchheit, M. (2014). Monitoring training status with HR measures: Do all roads lead to Rome? *Frontiers in Physiology*, 5, 73.
- Cardinale, M., & Varley, M. C. (2017). Wearable training-monitoring technology: Applications, challenges, and opportunities. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(s2), S2-55–S2-62.
- Coutts, A. J., Crowcroft, S., & Kempton, T. (2017). Developing athlete monitoring systems: Theoretical basis and practical applications. In M. Kellmann & J. Beckmann (Eds.), *Sport, recovery, and performance* (pp. 19–32). Routledge.
- Drew, M. K., & Finch, C. F. (2016). The relationship between training load and injury, illness and soreness: A systematic and literature review. *Sports Medicine*, 46(6), 861–883.
- Düking, P., Hotho, A., Holmberg, H.-C., Fuss, F. K., & Sperlich, B. (2016). Comparison of non-invasive individual monitoring of the training and health of athletes with commercially available wearable technologies. *Frontiers in Physiology*, 7, 71.
- European Parliament & Council. (2016). *Regulation (EU) 2016/679 of the European Parliament and of the Council of 27 April 2016 (General Data Protection Regulation)*. Official Journal of the European Union.
- Foster, C. (1998). Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30(7), 1164–1168.
- Gabbett, T. J. (2016). The training–injury prevention paradox: Should athletes be training smarter and harder? *British Journal of Sports Medicine*, 50(5), 273–280.
- Goosey-Tolfrey, V. L., & Leicht, C. A. (2013). Field-based physiological testing of wheelchair athletes. *Sports Medicine*, 43(2), 77–91.

- Halson, S. L. (2014). Monitoring training load to understand fatigue in athletes. *Sports Medicine*, 44(s2), 139–147.
- Impellizzeri, F. M., Marcora, S. M., & Coutts, A. J. (2019). Internal and external training load: 15 years on. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(2), 270–273.
- Impellizzeri, F. M., Tenan, M. S., Kempton, T., Novak, A., & Coutts, A. J. (2020). Acute:chronic workload ratio: Conceptual issues and fundamental pitfalls. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 15(6), 907–913.
- International Council for Coaching Excellence. (2013). *International sport coaching framework v1.2*. Human Kinetics.
- Kellmann, M., Bertollo, M., Bosquet, L., Brink, M., Coutts, A. J., Duffield, R., Erlacher, D., Halson, S. L., Hecksteden, A., Heidari, J., Kallus, K. W., Meeusen, R., Mujika, I., Robazza, C., Skorski, S., Venter, R., & Beckmann, J. (2018). Recovery and performance in sport: Consensus statement. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(2), 240–245.
- Knowles, M. S., Holton, E. F., & Swanson, R. A. (2015). *The adult learner* (8th ed.). Routledge.
- Kolb, D. A. (2015). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development* (2nd ed.). Pearson Education.
- Mujika, I., & Padilla, S. (2003). Scientific bases for precompetition tapering strategies. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(7), 1182–1187.
- Neupert, E., Gupta, L., Holder, T., & Jobson, S. A. (2022). Athlete monitoring practices in elite sport in the United Kingdom. *Journal of Sports Sciences*, 40(13), 1450–1457.
- Plews, D. J., Laursen, P. B., Stanley, J., Kilding, A. E., & Buchheit, M. (2013). Training adaptation and heart rate variability in elite endurance athletes: Opening the door to effective monitoring. *Sports Medicine*, 43(9), 773–781.
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations* (5th ed.). Free Press.
- Saw, A. E., Main, L. C., & Gatin, P. B. (2016). Monitoring the athlete training response: Subjective self-reported measures trump commonly used objective measures. *British Journal of Sports Medicine*, 50(5), 281–291.
- Seshadri, D. R., Li, R. T., Voos, J. E., Rowbottom, J. R., Alfes, C. M., Zorman, C. A., & Drummond, C. K. (2019). Wearable sensors for monitoring the physiological and biochemical profile of the athlete. *npj Digital Medicine*, 2(1), 72.
- Sperlich, B., & Holmberg, H.-C. (2017). Wearable, yes, but able...? It is time for evidence-based marketing claims! *British Journal of Sports Medicine*, 51(16), 1240.
- Walsh, N. P., Halson, S. L., Sargent, C., Roach, G. D., Nédélec, M., Gupta, L., Leeder, J., Fullagar, H. H., Coutts, A. J., Edwards, B. J., Pullinger, S. A., Robertson, C. M., Burniston, J. G., Lastella, M., Le Meur, Y., Hausswirth, C., Bender, A. M., Grandner, M. A., & Samuels, C. H. (2021). Sleep and the athlete: Narrative review and 2021 expert consensus recommendations. *British Journal of Sports Medicine*, 55(7), 356–368.

D2.2

Wearable Technologies Program and Training Module

Leading the Way in Wearable Technologies for Sports Coaching

Facilitator slide deck · 5 modules · 90 minutes each · Companion to the D2.2 manual



Co-funded by
the European Union

How to use this deck

Instructor-led

One 90-minute session per module. Timing, discussion prompts and small-group activities are in the Facilitator Guide (Annex B).

Blended

Coaches read the manual chapter and take the quiz asynchronously, then meet for a 60-minute live session built on these slides.

Self-study

The deck also works as a visual summary of each chapter. Speaker notes carry the facilitator script for solo review.



Every slide carries speaker notes: the talking points, the timing, and the question to put to the room. Open the Notes pane before you present.

Session shape

15 min concept · 30 min worked example · 30 min applied activity · 15 min debrief.

Cohort size

12–24 coaches. Below 12, merge the small-group tasks into one plenary discussion.

Interactive units

Each module has a matching interactive e-learning unit and video tutorial for practice between sessions.

Five modules, one competency arc

1 Fundamentals

Sensors, the device market, validity and reliability, the GDPR consent baseline.
Bloom level: remember / understand.

2 Real-Time Data Tracking

Internal vs external load, dashboards, sRPE, TRIMP and ACWR, data quality.
Bloom level: apply.

3 Performance Optimization

Individual baselines, periodisation, recovery metrics, taper confirmation.
Bloom level: analyse.

4 Injury Prevention

Load management and its critics, asymmetry triage, early-warning systems, five worked cases.
Bloom level: evaluate.

5 Integration into Practice

PDCA, data governance, athlete communication, delivery pathways, the 90-day plan.
Bloom level: create.

Assessment

Per-module quizzes calibrated to the stated objectives, an interactive e-learning unit per module, and one capstone artefact: the coach's own 90-day integration plan.

Terminology defined in Module 1 is reused throughout; formulas from Module 2 reappear in Modules 3 and 4; the GDPR baseline from Module 1 is deepened in Module 5.

Four coaches who appear in every module

Mehmet

Grassroots youth football, Türkiye.
Twenty players aged 12–16.
Budget of €1,200 for the whole season.

Anna

University strength-and-conditioning, athletics, Northern Europe. Individual endurance athletes, some lab access.

Kjell

Professional league head coach, Norway. Full performance staff, GPS vests, integrated medical team.

Zeynep

Wheelchair basketball, Türkiye.
Twelve senior athletes; the propulsive joint is also the playing joint.



Each module draws on at least two personas, so the examples cover grassroots and elite, individual and team, ambulatory and para-sport.

Ask the room

Which persona is closest to your own setting?
Keep that answer for the capstone plan.

No brand ranking

Comparisons are by category and feature. The programme endorses no commercial device.

Accessibility

Slides follow WCAG 2.1 AA contrast; the interactive units are keyboard-navigable.

MODULE

Fundamentals of Wearable Technology

What each sensor physically measures, what the device derives from it, and what you are entitled to conclude.

- Sensor families and the device market
- Validity, reliability, ecological validity
- The GDPR consent baseline

A large, dark blue circle containing a smaller, bright blue circle. Inside the bright blue circle is the number "1" in a dark blue, serif font.

1

What you will be able to do

1 Classify

Name the main families of wearable technology and distinguish sensors by the quantity they measure.

2 Trace the data

Explain the journey from athlete to sensor to platform to coaching decision.

3 Evaluate

Apply validity, reliability and ecological validity to a vendor claim.

4 Select

Apply a multi-criteria selection matrix to a realistic device-choice scenario.

5 Comply

Recognise the baseline ethical and GDPR obligations before a device is switched on.



Opening question for the room: name one wearable you already use, and say out loud what physical quantity it actually measures. Most rooms discover the gap within two minutes.

Seventy years from clinic to touchline

1950s • Holter monitor

A portable ECG recorder proves physiological signals can be captured during free-living activity.

1960s • Pedometers

Mechanical step counting does the same for ambulatory activity volume.

1980s • Chest straps

Polar's Sport Tester opens structured heart-rate training to non-elite athletes.

2000s • GPS units

Backpack-worn tracking arrives in rugby and Australian football, then across team sport.

2010s • IMUs

Accelerometer, gyroscope and magnetometer in one small package move from research to practice.

Now • Textiles & optics

Sensors woven into garments, continuous biochemical monitoring, consumer rings and watches.



The pattern is not technology pushed at coaches. It is coaches and researchers asking questions that needed instrumentation to answer. So ask first: what coaching question is this device trying to answer?

What each sensor physically measures

Accelerometer

Linear acceleration on 1–3 axes. Robust but ambiguous — at low sampling rates a footstrike and a bus ride can look alike.

Gyroscope

Angular velocity around an axis. With accelerometers it enables orientation and movement-pattern recognition.

Magnetometer

The local magnetic field, used as a compass reference. Sensitive to ferrous metal — limited reliability indoors.

Optical PPG

Variation in reflected light caused by pulsatile blood flow. Sensitive to motion, skin tone and strap tightness.

ECG electrodes

Electrical activity of the heart directly. More accurate than PPG in dynamic exercise; requires skin contact.

GPS / GNSS • sEMG

Position from satellites — robust outdoors, degrades or fails indoors. sEMG reads muscle activity through the skin.



Coaches often hear a sensor named and conclude they understand it. The deeper competence is knowing what is measured and what is merely derived.

Measured quantity, derived metric, inferred construct

Measured quantity

The raw physical signal a sensor captures.

Example: acceleration on three axes (m/s²).



Derived metric

A processed output computed from measured quantities.

Example: PlayerLoad, total distance, sprint count.



Inferred construct

A coaching concept the metric is taken to represent.

Example: "external load", "neuromuscular fatigue".



The further you travel from measured quantity toward inferred construct, the more layers of assumption you accumulate.

When two devices report different PlayerLoad values for the same drill, the answer is usually that they use different proprietary derivation formulas — not that one is wrong and one is right. Ask the vendor which layer their number lives on.

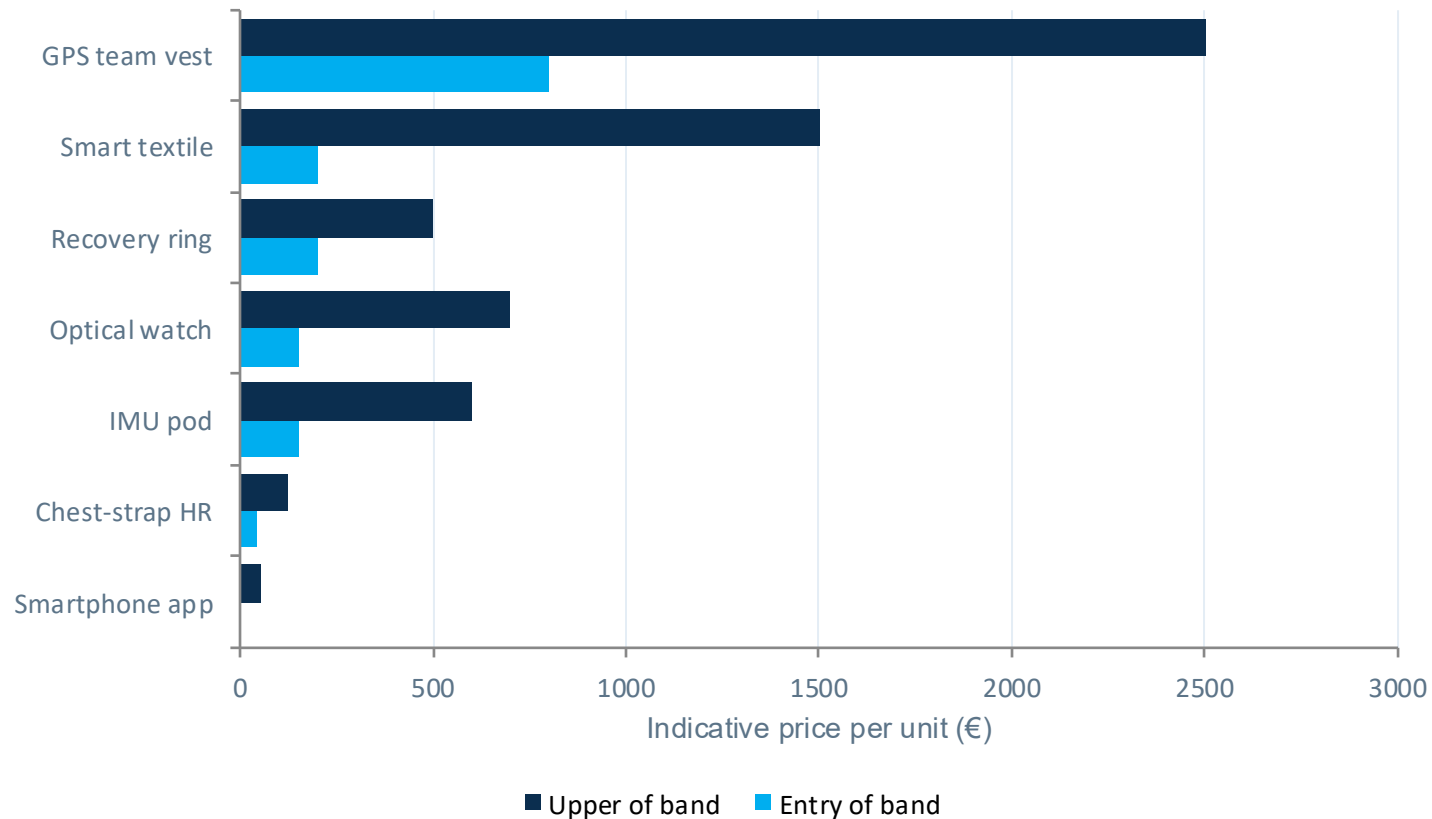
The device market, read by category rather than brand

Category	Typical use	Price band	Strengths	Limitations
Chest-strap HR (ECG)	Endurance, group HR	€40–120	Accurate in dynamic exercise; affordable	Comfort; direct contact needed
Optical wrist / multi-sport watch	Endurance, sleep, daily monitoring	€150–700	Comfort; integrated GPS, sleep, HRV	Accuracy varies in high-motion work
GPS team vest	Outdoor team sport	€800–2,500 + platform	High-quality GNSS; dashboards	Cost; platform lock-in
IMU patch / pod	Asymmetry, jump, gait	€150–600	Targeted biomechanics; portable	Narrow use case; software dependent
Smart textile	HR + EMG in dynamic sport	€200–1,500	Garment-integrated; comfortable	Durability; washing; variable sensors
Recovery ring or band	Continuous HRV, sleep	€200–500 + subscription	Continuous wear; HRV trends	Sleep-stage accuracy vs PSG is partial
Smartphone-based	Grassroots, low budget	€0–50 (apps)	No additional hardware	Depends on phone sensors



Specific models change every season. The categories, and the questions they invite, are stable — which is why this table is not a buyer's guide.

Cost is a design constraint, not a quality ranking



Mehmet's constraint

A €1,200 season budget buys 20 chest straps and one shared GPS pod — enough for structured sRPE and ACWR monitoring.

Kjell's constraint

GPS vests carry recurring platform fees and export limits. Ask about data portability before you sign.

The real question

Not "what can we afford?" but "what will we actually use every week?" Unused capacity is the most expensive line item.

Validity and reliability for coaches who are not researchers

Validity

Does the device measure what it claims to measure? A GPS unit reporting total distance is valid if it agrees with a measured track within an acceptable margin.

Reliability

Does it give consistent results when conditions are stable? Different distances for the same athlete on the same route on two days means unreliable.

Ecological validity

Does lab performance survive real conditions — wind, sweat, contact, indoors, gripped objects, weather?

S

Sperlich & Holmberg (2017) warned that the gap between marketed and validated performance is often large. Düking et al. (2016) found systematic accuracy problems across commercial wearables assessed against criterion measures. Akenhead & Nassis (2016) documented that coaches choose monitoring tools under significant uncertainty about validation status.

1 Sample

Who was tested, in what sport, at what intensity?

2 Gold standard

What was the device compared against?

3 Statistic

Mean bias and limits of agreement — not correlation alone.

4 Ecological match

Were the conditions anything like yours?

Before you switch anything on: the consent baseline

Lawful basis

Article 6 for the processing, and an explicit Article 9 basis for health data — usually explicit consent in a non-medical coaching setting.

Informed and free

The athlete understands what, why, with whom, for how long — and consents without selection pressure.

Minors

Parental or guardian consent, plus explanations adapted to the young athlete's age.

Data minimisation

Collect only what you need. Every extra field is a liability you must justify, secure and eventually delete.

Retention

Define and communicate how long the data is kept, and delete on schedule.

Breach plan

Know the escalation chain. Certain breaches must be reported within 72 hours.



The operational rule for Module 1: do not deploy a device without an informed consent process already in place. Module 5 builds the full governance policy on top of it.

Module wrap-up

Reflective prompt

Write down one device you use or are considering, the sensors it contains, one coaching question it should answer, and one limitation for your sport. Keep this note — Module 5 needs it.

Self-check

Which of these is a measured quantity rather than a derived metric: total distance, linear acceleration, PlayerLoad, sprint count? Full item bank in Annex C.

Bridge to D2.3

Rate your confidence with sensor terminology and device selection in the Self-Assessment Toolkit. Anything below 3/5 is worth a re-read before Module 2.



Interactive unit 1 + video tutorial 1: sensor matching, a device-selection matrix for your own budget, and a GDPR consent checklist — roughly 25 minutes.

Close the session with the reflective prompt. Coaches who write nothing down complete the course; coaches who write something down change their practice.

MODULE

Real-Time Data Tracking

Reading a dashboard, computing the three core load metrics by hand, and deciding what the athlete should hear during a session.

- Internal versus external load
- sRPE, TRIMP, ACWR on a real session
- Data quality and the discipline of scepticism

A large, light blue circle containing a smaller, darker blue circle. Inside the darker blue circle is the number "2" in a large, white, serif font.

2

What you will be able to do

1 Distinguish

Separate internal from external load and pick appropriate metrics for a given sport.

2 Compute

Calculate sRPE, TRIMP and ACWR from raw session data using the formulas given.

3 Interpret

Read the five canonical visualisations used in monitoring dashboards.

4 Diagnose

Spot common data-quality problems and apply basic filtering rules.

5 Decide

Judge what to share with athletes in real time and what to defer to a debrief.

? Bring one real session file to this module — your own, from last week. Every calculation on the following slides is meant to be repeated on your own numbers before you leave.

Internal load versus external load

External load

What the athlete did — the dose you prescribed

- Kilometres covered, sprints, accelerations
- Weight lifted, repetitions, jumps
- High-speed running distance, PlayerLoad
- Measured in physical terms, independent of the athlete
- Comparable between athletes only as prescription

Internal load

What the athlete experienced — the biological cost

- Heart rate and HR-derived TRIMP
- Rating of perceived exertion and sRPE
- Hormonal and autonomic response
- Depends on fitness, fatigue, sleep, environment, motivation
- The only view of the individual response



Impellizzeri, Marcora & Coutts (2019) revisited their framework fifteen years on and emphasised that monitoring built only on external load misses the individual variability that determines adaptation and injury risk. Two athletes given the same session experience different internal loads.

The coach who tracks only external metrics is tracking only half the picture.

The internal–external comparison is itself diagnostic

Same dose

Unchanged external load — the same prescribed session

Higher cost

Rising internal load — higher HR, higher sRPE

Early signal

One of the clearest early signs of accumulated fatigue

1 Do not compare prescriptions

Comparing two athletes on external metrics alone compares what you asked for, not what they gave.

2 Track internal over time

sRPE and TRIMP show when a previously well-tolerated dose has become a strain.

3 Pair the two

Always read external and internal side by side. Either alone is an incomplete sentence.



External load is the dose prescribed by the coach. Internal load is the body's response to that dose.

What live dashboards actually offer

Live per-athlete metrics

HR zones, total distance, high-speed running, accelerations and decelerations, a PlayerLoad-type composite.

Customisable thresholds

Colour change or audible alert when an athlete crosses a value you set in advance.

Drill segmentation

Period markers so post-session analysis aligns with the session plan you actually ran.

Data export

Raw and processed data out of the platform for your own analysis and archive.



The honest reality: not every "live" metric is reliable enough to act on within seconds. Heart rate, distance and impacts update with sufficient stability. Composite metrics with smoothing windows are more meaningful as session totals than as live readouts.

In real time

Trust simple metrics: heart rate, distance covered, impact counts.

At session debrief

Trust composites: PlayerLoad variants, asymmetry indices, session totals.

Dashboard literacy: five visualisation families

Time series

Time on the horizontal axis, a metric on the vertical.

Shows: trends, peaks, recoveries.

Watch for: y-axis scaling that exaggerates or suppresses variation.

Heat map

Spatial intensity across a pitch or court.

Shows: coverage, tactical insight.

Watch for: running with and without the ball are merged — intent is not shown.

Radar (spider) chart

Multi-axis profile of one athlete or session.

Shows: a multidimensional view at a glance.

Watch for: arbitrary axis scaling that visually distorts strengths.

Box plot

Distribution across the squad with median, quartiles and outliers.

Shows: outliers immediately.

Watch for: instability below $n = 10$ — treat small squads with caution.

Scatter plot

Two metrics against each other, e.g. weekly sRPE vs session HR.

Shows: correlation and outliers.

Watch for: correlation is not causation — never act on a pattern alone.

The one question

Across all five families the coach asks the same thing: what is this picture telling me, and what would change my mind?

That is dashboard literacy.

Data quality, anomalies, and the discipline of scepticism

1 GPS dropout

Indoor halls and heavy steel structures give intermittent satellite signal. A player covering 50 m in 10 minutes was indoors — treat the metric as missing, not as low load.

2 Optical HR artefact

Wrist PPG reads erratically during gripping, vibration and short bursts. A 20-bpm jump and drop within five seconds is an artefact, not a physiological event.

3 Sensor drift

Long sessions, heat and sweat-saturated straps distort readings gradually. Compare end-of-session HR with start-of-session HR at similar effort.

4 Time-sync errors

Small clock offsets between devices confuse any derived metric that aligns two data streams.

5 Missing or partial files

A 73-minute file labelled "90 minutes" quietly corrupts the weekly load total for that athlete.

6 The filter rule

Check the file before you check the athlete. Flag, do not delete — a missing value and a zero are different facts.



A metric that looks too good, or too bad, to be true probably is.

Practical lab — Stat Pack #1

The session

A 60-minute training session for one athlete

- Total distance: 6,800 m
- High-speed running (>19.8 km/h): 720 m
- Average HR 152 bpm · Max 188 bpm · Rest 56 bpm
- RPE (Borg CR-10): 7
- Chronic load (28-day rolling weekly sRPE): 2,400 AU
- This week's acute load (7-day sRPE): 3,300 AU

The arithmetic

Do it by hand once, then let Template A4 do it

- $\text{sRPE} = \text{RPE} \times \text{duration} = 7 \times 60 = 420 \text{ AU}$
- $\text{HR fraction} = (152 - 56) / (188 - 56) = 0.727$
- $\text{TRIMP} \approx \text{duration} \times \text{HR fraction} \times \text{weighting} \approx 94 \text{ AU}$
- $\text{ACWR} = \text{acute} / \text{chronic} = 3,300 / 2,400 = 1.375$
- Commercial implementations vary in the exponential factor (Banister, 1991)

420 AU

sRPE — session internal load

≈ 94 AU

TRIMP — HR-weighted internal load

1.375

ACWR — upper edge of the cited sweet spot

Reading the ACWR you just calculated

Below ≈ 0.8

Acute load well under chronic. Detraining or an under-prepared athlete relative to what the schedule will demand next.

$\approx 0.8 - 1.3$

The often-cited "sweet spot". Progressive and broadly tolerated — but it is a population heuristic, not an individual guarantee.

Above ≈ 1.5

A spike worth investigating. Sustained values here warrant caution and a conversation, not an automatic rest day.



Our worked value of 1.375 sits at the upper edge of the sweet spot. It warrants attention. Whether it warrants intervention depends on the athlete's history and the surrounding context — Module 4 takes this apart, including the critiques.

What ACWR cannot do

It cannot tell you why the week was heavy, and it cannot separate load from schedule.

What it does well

It converts a vague sense that "this week feels big" into a number you can bring to a staff meeting.

Real-time feedback to athletes: the timing question

What?

Some metrics are actionable live — HR for pacing, distance covered for substitution decisions.

Others are not: HRV and sleep are pre-session inputs. Share what is actionable.

When?

During a drill the athlete is executing; metric talk is a distraction.

Between drills or at the end of a block, brief metric-anchored feedback lands well. Trend feedback belongs in a one-to-one.

How?

Frame metrics as information, not verdicts.

The factual content can be identical; the framing changes whether the athlete collaborates or resists.

Lands as collaboration

- "Your sprint count was high today — let's protect tomorrow."
- "Your HR didn't come down between reps; rest longer next time."

Lands as a verdict

- "You overworked."
- "The watch says you're not ready."

Module wrap-up

Reflective prompt

Take last week's heaviest session and compute sRPE, TRIMP and ACWR by hand. Then ask what decision, if any, those three numbers would have changed.

Self-check

Which live metric would you refuse to act on within seconds, and why? Full item bank in Annex C.

Practical activity

Screenshot one dashboard view from your own platform and label it: which of the five visualisation families is it, and what is it hiding?



Interactive unit 2 + video tutorial 2: a live sRPE / TRIMP / ACWR calculator, a dashboard-reading exercise, and a data-quality anomaly hunt — roughly 30 minutes.

Close the session with the reflective prompt. Coaches who write nothing down complete the course; coaches who write something down change their practice.

MODULE

Performance Optimization

Individual baselines, periodisation, recovery judgment, and confirming a taper with data instead of hope.

- A baseline is a distribution, not a number
- Micro, meso and macrocycle integration
- Triangulating HRV, sleep and wellness

A large, light blue circle containing a smaller, darker blue circle. Inside the darker blue circle is the number "3" in a white, bold, sans-serif font.

3

What you will be able to do

1 Baseline

Establish an individualised athlete baseline and define personalised reference ranges.

2 Integrate

Place wearable metrics inside linear, block and undulating periodisation.

3 Synthesise

Combine HRV, sleep, wellness and CMJ into a single recovery judgment.

4 Taper

Design a wearable-informed tapering plan for a competition peak.

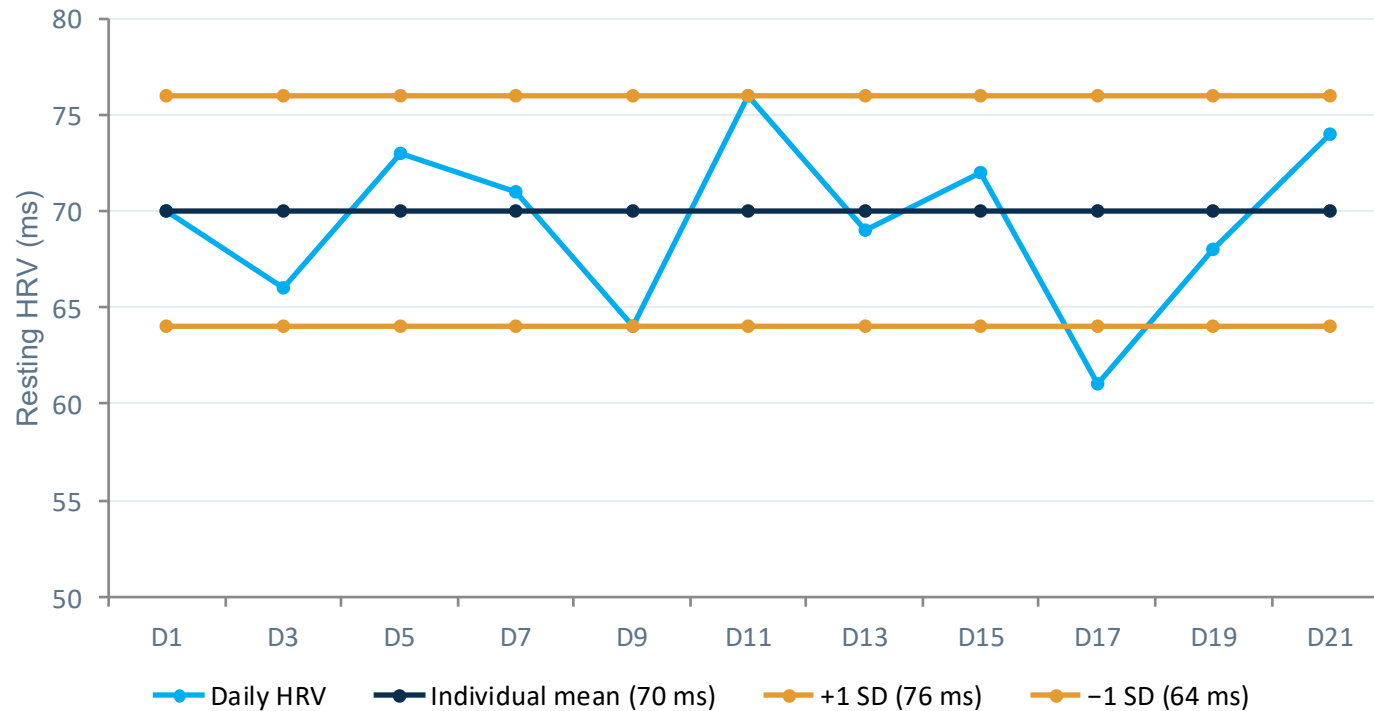
5 Prune

Weigh the marginal value of a new metric against its measurement burden.

?

The organising idea of this module: data does not write the plan. Data tells you whether the plan you wrote is doing what you intended.

A baseline is a distribution, not a number



1 Collect 4–6 weeks

Before drawing any inference at all.

2 Standardise conditions

HRV on waking, supine, before caffeine; same wearable each night.

3 Compute mean and SD

Per athlete, per metric — never squad averages.

4 Set the bands

± 1 SD = normal range. ± 2 SD = anomaly worth investigating.

S

Plews et al. (2013): HRV interpretation must be rooted in the individual, because between-athlete variability dwarfs within-athlete day-to-day variability. The principle generalises across metrics — compare athletes to themselves, not to the squad.

Where wearables enter the periodisation plan

Microcycle • one week

Entry point: daily readiness.

Each morning read HRV, sleep and wellness; classify green, amber or red; adjust the day's session. Decision rules are pre-defined in Template A8, so the call is not improvised under pressure.

Mesocycle • 3–6 weeks

Entry point: progressive overload management.

Plan weekly increases (typically 5–10% within a block). Weekly reports compare planned versus actual external load against the observed internal response.

Macrocycle • one season

Entry point: long-arc adaptation tracking.

Falling resting HR at the same training load suggests cardiorespiratory adaptation; stable CMJ height across a heavy block suggests neuromuscular preservation under load.



Classic periodisation models were designed before continuous monitoring. They are not replaced by wearables — they are augmented.

Ask the room: at which of the three levels does your own club already have a working routine, and at which is the data collected but never read?

Recovery metrics: what they show and what they do not

Heart rate variability

Reflects autonomic status — the balance of sympathetic and parasympathetic input.

Higher resting HRV over time is consistent with recovery; a sustained downward trend indicates accumulated stress.

Caveat: sensitive to alcohol, illness and life stress. A single day never triggers action — the 5–7 day trend does.

Sleep

Total sleep time and sleep efficiency validate reasonably well against polysomnography.

Stage classification (deep, REM, light) is far less accurate on consumer devices.

Actionable rule: track total time and efficiency; treat stage data as suggestive. Walsh et al. (2021): 7–9 hours nightly as a baseline.

Subjective wellness

Five morning items rated 1–5: sleep quality, fatigue, soreness, mood, stress.

Costs nothing and adds the athlete's own experience. Saw, Main & Gatin (2016) showed subjective measures often outperform objective ones for acute training response.

Coaches who never ask the athlete miss the most informative signal.

3

Triangulation: never act on one metric alone.

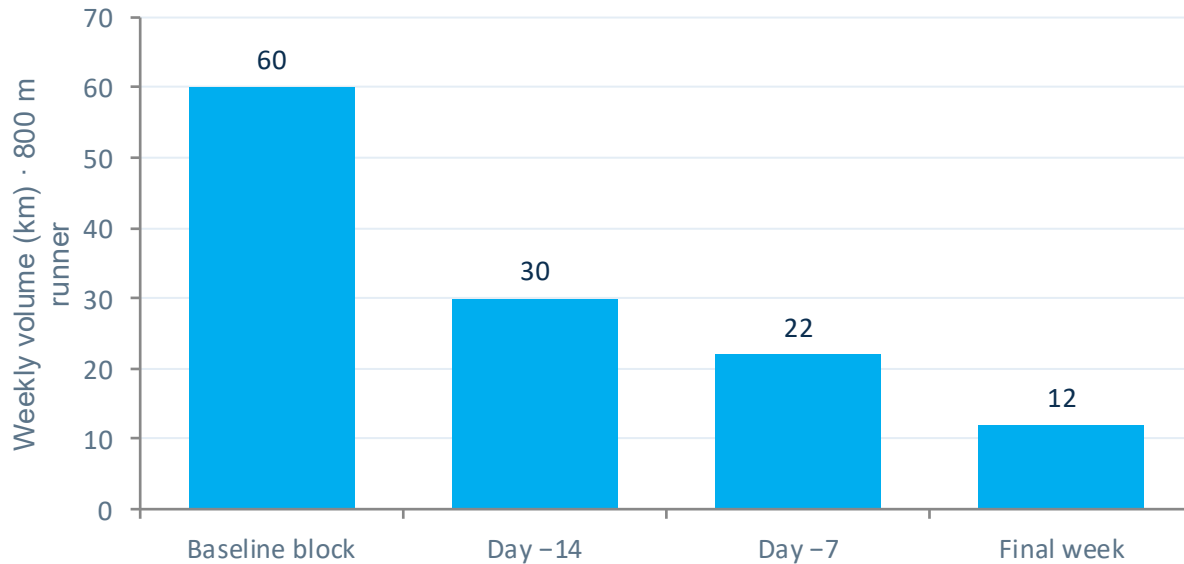
Monitor

HRV down, sleep fine, wellness fine — probably a single life-stress event.

Intervene

HRV down, sleep declining, wellness declining — a coherent picture, act on it.

Tapering with wearable confirmation



During a well-executed taper, expect:

- **HRV rises** — parasympathetic recovery exceeds training-induced sympathetic load.

Subjective wellness improves — mood up, fatigue down, soreness down.

CMJ height rises modestly — neuromuscular freshness returns.

Resting HR drifts down — slightly, and only alongside the others.

Wearable data confirms — it does not redesign. Volume comes down, intensity is preserved.

65 → 71 ms

HRV, baseline mean to day -5

38 → 40 cm

Countermovement jump height

3.6 → 4.2 / 5

Subjective wellness composite

41–60%

Volume reduction over 8–14 days
(Mujika & Padilla, 2003)

If the data shows the opposite — HRV declining, wellness worsening — the plan is not working. Investigate residual fatigue, sleep and life stress. The intervention is not "ignore the plan"; it is "diagnose and adjust".

The measurement-burden trade-off

Athlete time

A morning HRV measurement adds five minutes per athlete per day. Across a squad and a season this is real money.

Equipment

Purchase, charging, cleaning, replacement, and the subscription that renews whether you use it or not.

Staff analysis time

Data nobody has time to read is not monitoring; it is storage.

Number anxiety

Athletes becoming preoccupied with their own metrics. Non-trivial among adolescents and athletes prone to perfectionism.



Before adding any metric, ask honestly: what decision will this change?

If the answer is "none", the metric should not be in the system. A small set of well-used metrics outperforms a large set of unused ones — and protects the goodwill you will need when a difficult conversation depends on the data.

Module wrap-up

Reflective prompt

Name one metric you currently collect that has never changed a decision. What would it take to either use it properly or remove it this month?

Self-check

An athlete's HRV is 8 ms below their individual mean, SD is 6 ms. Yellow, orange or red — and what do you do about it?

Practical activity

Build a one-page individual athlete profile (Template A3) for one athlete: mean, SD and current value per metric, with traffic lights.



Interactive unit 3 + video tutorial 3: a baseline and reference-range builder, a taper simulator, and a triangulation decision exercise — roughly 30 minutes.

Close the session with the reflective prompt. Coaches who write nothing down complete the course; coaches who write something down change their practice.

MODULE

Injury Prevention

Load management and its critics, asymmetry triage, and an early-warning system that removes improvisation from the moment of pressure.

- ACWR, monotony and strain — with the current debate
- Asymmetry: identify, document, refer
- Five worked cases across five contexts

A large, dark blue circle containing a smaller, bright blue circle in the center. Inside the bright blue circle is the number "4" in a dark blue, serif font.

4

What you will be able to do

1 Identify

Link modifiable injury risk factors detectable in wearable data to their evidence base.

2 Compute

Calculate ACWR, training monotony and training strain, and apply defensible thresholds.

3 Triage

Detect biomechanical asymmetries from IMU data and decide whether to correct or refer.

4 Construct

Build an early-warning system for your sport with clear escalation protocols.

5 Progress

Manage return-to-play using wearable confirmation alongside clinical judgment.



Set expectations at the start of this module: monitoring reduces risk. It does not eliminate it. A coach who promises otherwise will lose the squad's trust the first time someone gets hurt anyway.

Injury epidemiology and the role of monitoring

6–9

Time-loss injuries per 1,000 hours of exposure in professional football

>20%

Annual lower-limb overuse incidence among recreational runners

#1

Hamstring strain — the largest single category in most football studies

Non-modifiable

Monitoring does not change these

- Age
- Prior injury history
- Anatomical features
- Genetic predisposition

Modifiable

Where wearable monitoring earns its place

- Training load progression
- Sleep quantity and quality
- Side-to-side asymmetry
- Recovery practices and conditioning level



A coach who understands this distinction sets realistic expectations — with athletes, with parents, and with the board.

Load management and the injury–training paradox

What supports the framework

- Gabbett (2016): under-prepared athletes are at risk and over-loaded athletes are at risk — the relationship is U-shaped.
- ACWR proposed as a practical tool with a sweet spot of roughly 0.8–1.3.
- Bowen et al. (2020): ACWR spikes associated with a 5–7-fold injury risk across three Premier League seasons.
- Drew & Finch (2016): systematic review of the broader load–injury literature, broadly consistent.

What challenges it

- Impellizzeri et al. (2020): ACWR is a ratio with overlapping numerator and denominator — it can produce spurious associations.
- Schedule confounding: heavy weeks tend to follow heavy weeks for non-load reasons.
- Bornn, Ward & Norman (2019): a causal analysis making a similar argument.
- A single ratio cannot carry the weight of a yes/no injury prediction.



The honest synthesis for a practising coach: ACWR is a useful prompt, not a verdict.

Spikes are worth investigating. Sustained ACWR above 1.5 warrants caution. Use it alongside the athlete's history, the wellness picture, and your own knowledge of the training context.

Monotony, strain, and movement-quality red flags

Training monotony (Foster, 1998)

Mean daily load $\div$ standard deviation of daily load, over a week.

High monotony = a uniform load pattern. Sustained high monotony at high mean load has been associated with elevated illness and overreaching risk.

Training strain (Foster, 1998)

Weekly load $\times$ monotony.

Combines volume and uniformity in one index. Useful as a tracking metric across weeks; less useful as a single-week decision input.

Jump-landing asymmetry

A CMJ on dual force plates or two unilateral IMUs gives the percentage difference between limbs. Above $\approx 10\text{--}15\%$ is commonly flagged.

Sprint asymmetry

Step length, contact time or impulse differences between legs during sprinting, captured by IMUs.

Deceleration mechanics

Asymmetric braking force at change of direction — particularly relevant in ACL injury research.

3

The coach's role with asymmetry data is triage: identify, document, refer. Coaches without specific biomechanics training should not prescribe correctives from asymmetry data alone.

Designing an early-warning system in five steps

1 Choose 3–4 inputs

Outdoor team sport: ACWR, sRPE-based weekly strain, sleep duration, wellness.
Endurance individual: ACWR, HRV trend, sleep, wellness.
Indoor without GPS: sRPE load and sRPE-derived ACWR, sleep, wellness.

2 Set personalised thresholds

Use the individual baseline from Module 3. One SD drop in HRV is a yellow flag; two SD is orange; three is red. Set thresholds for every chosen input.

3 Define escalation tiers

A single yellow may warrant observation only. Yellow flags across multiple inputs warrant intervention. Orange or red on any single input warrants immediate review.

4 Pre-decide the actions

Agree in advance what happens at each tier. The point of pre-deciding is that you remove improvisation from the moment of pressure — when the match is Saturday and the player is your captain.

5 Brief everyone

Athletes and staff are told the system before it is used. When an orange flag fires, the athlete already knows the response is "modify, not punish".



A working early-warning checklist is provided in Annex A, Template A9. Build yours in the session — do not leave with a blank one.

A useful system is sport-specific, has few high-signal inputs, defines thresholds in advance, and assigns pre-decided actions to each threshold.

Escalation tiers: decide the response before you need it

Tier	Trigger	Action	Who is involved
Yellow	One input drops one SD below the individual baseline	Monitor. Ask the athlete how they feel. No change to the session.	Coach and athlete
Orange	Two SD on one input, or yellow flags across multiple inputs	Modify the session: reduce intensity or volume by a predetermined amount. Discuss with the athlete.	Coach, S&C, athlete
Red	Three SD on any single input, or symptoms reported	Substitute the session. Escalate to medical staff for review before the next exposure.	Coach, S&C, medical staff



The tiers are worthless if they are negotiated in the moment. Write them down, sign them off with the medical staff, and brief the squad — then the system survives contact with a cup final.

Five worked cases, five contexts

1 Professional football

A second-division club, 28 players, 10 Hz GPS. Individualised high-speed running caps at 1.5× each player's 28-day chronic exposure.

Hamstring time-loss fell — but the staff were honest that squad turnover and schedule density changed too.

2 University basketball

A Division-I point guard, nightly HRV. A 25% drop across three weeks, confirmed by sleep, wellness and CMJ.

Conditioning volume cut 40% for one week; HRV back within one SD in ten days.

3 Endurance • triathlon

A national age-group athlete in a 16-week build. Sleep efficiency 91% → 82%, HRV 56 → 47 ms, sRPE drifting up on the same sessions.

Unplanned 7-day deload at week 12; race performance a personal best.

4 Para-sport

Wheelchair basketball, twelve athletes. In wheelchair sport the propulsive joint is the playing joint.

IMU stroke counts plus weekly shoulder-pain scales caught three cases; one was subacromial impingement.

5 Grassroots youth

Twenty players aged 12–16 on a €1,200 budget. Paper sRPE logs, 20 chest straps, one shared GPS pod.

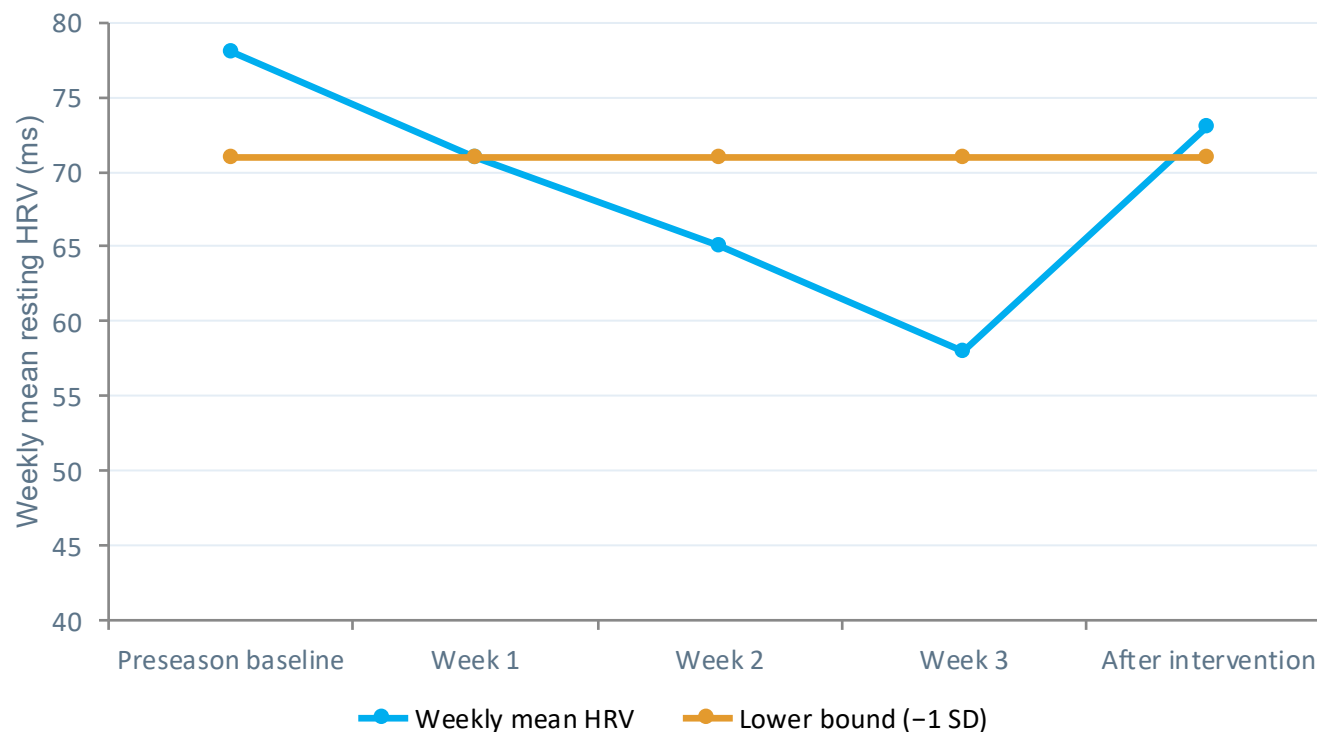
Two players flagged and load-reduced in the first half of the season.

What the cases share

Individual thresholds. Pre-decided actions. Staff buy-in across coaching and medical functions.

And intellectual honesty about what an internal, single-season evaluation can and cannot establish.

Case spotlight — HRV early-warns overtraining



Concurrent inputs

Wellness 4.2 → 3.4 · sleep efficiency 92% → 84% · CMJ 42 → 38 cm.

The decision

Conditioning volume cut ≈40% for one week, active recovery added, travel adjusted to protect the sleep window. Match minutes untouched.

The outcome

HRV back to 73 ms within ten days; season completed without symptomatic overreaching.

3

HRV alone might have been dismissed as noise. HRV plus sleep plus wellness plus CMJ formed a coherent picture — that is triangulation doing its job.

Case spotlight — effective load management on €1,200

€1,200

Total season monitoring budget

20

Players aged 12–16 covered

€60

Per chest-strap HR monitor

2

Players flagged and load-reduced in the first half of the season

What they measured

Weekly sRPE for every session and match, on paper. Weekly load, monotony and ACWR computed from sRPE.

The rule they wrote

ACWR > 1.5, or two consecutive weeks of declining wellness, means modified training the following week.

The honest caveat

Injury time-loss was lower than the prior season, but the comparison is informal — not a controlled result.



Monitoring is a discipline, not a budget. The cheapest system that is used outperforms the most expensive system that is not.

Module wrap-up

Reflective prompt

Write the three inputs your early-warning system will use, and the exact action attached to each tier. If you cannot name the action, the tier does not exist yet.

Self-check

An athlete shows ACWR 1.6 with stable wellness and sleep. What do you do first — and what would change your mind?

Practical activity

Complete Template A9 for one squad, then walk it past your medical or physiotherapy contact before the next module.



Interactive unit 4 + video tutorial 4: an early-warning system builder with threshold logic, a branching case simulation, and an asymmetry triage exercise — roughly 35 minutes.

Close the session with the reflective prompt. Coaches who write nothing down complete the course; coaches who write something down change their practice.

MODULE

Integration into Coaching Practice

Governance, communication, change management, delivery pathways — and the artefact that makes the whole programme count.

- Plan-Do-Check-Act on one specific question
- A written data-governance policy
- The 90-day integration plan

A large, light blue circle containing a smaller, darker blue circle. Inside the darker blue circle is the number "5" in a white, bold, sans-serif font.

5

What you will be able to do

1 Design

Build a 90-day wearable-integration plan for your own context using PDCA.

2 Govern

Write a data-governance policy covering consent, access, retention, sharing and breach response.

3 Communicate

Deliver wearable data to athletes and parents with framing that supports rather than judges.

4 Lead change

Manage staff and stakeholders who resist data-driven practice.

5 Disseminate

Choose and operationalise the right delivery pathway for your organisation.

?

This module produces the single most important artefact of the programme. A coach who completes the manual without writing the plan has learned the content; a coach who writes and implements it has changed practice.

Plan-Do-Check-Act, applied to wearable integration

Plan

Define one specific question wearables will help you answer this season. "Will player-individualised load caps reduce hamstring incidence?" Specify the metrics, the population, the timeline and the success criterion.

Do

Implement at small scale first. One cohort, one season. Resist rolling out across the whole organisation in week one — the governance, training and cultural work has not been done yet.

Check

Evaluate against the success criterion. Did the question get answered? Did the metrics behave as expected? Were there unintended consequences — athlete anxiety, staff workload, inter-staff friction?

Act

Scale, adjust, or stop. The most important option is the last one: a coach willing to stop a monitoring effort that delivered no value earns credibility and resources for the next attempt.

Eight components of a defensible governance policy

Lawful basis

Article 6 — consent or legitimate interests. For wearable data, consent is usually cleanest.

Special-category basis

Article 9 — explicit consent for health data, plus organisational safeguards.

Informed consent

Plain language: what, why, who sees it, how long, how to withdraw. Template A1.

Minors

Guardian consent under 16, plus age-appropriate explanation to the athlete.

Access controls

Coach, S&C, analyst and medical staff have different legitimate access. Scouts, agents and sponsors do not.

Retention

Affiliation plus a defined post-affiliation period, e.g. 24 months. Document it and follow it.

Third-party sharing

Federation, national team or research project — each needs its own consent and agreement.

Breach response

Article 33: certain breaches reported within 72 hours. A lost laptop is a breach.



Athletes have the right to access their data, correct inaccuracies, request erasure and withdraw consent. Building these into the workflow from the start is far easier than retrofitting them later. Template A1 requires local legal review before adoption.

Talking to athletes about their numbers

Information invites collaboration

- "Your HRV suggests your body is still recovering — let's adjust today's session."
- The athlete owns their body; the coach provides expertise; the data supports a shared decision.
- Athletes who feel this engage with their data.

A verdict invites resistance

- "Your HRV says you're not ready."
- The factual content is identical. The framing changes the conversation.
- Athletes who feel judged either game the numbers or withdraw.

1 Acknowledge

The athlete's effort and commitment.

2 Share

The data observation, in plain terms.

3 Connect

The observation to the decision.

4 Invite

The athlete's own perspective.

5 Confirm

The path forward, together.



Watch for number anxiety — particularly in adolescents and athletes prone to perfectionism. Limit athlete-facing metrics where the risk is present, and talk about feelings as well as numbers.

Integrating into a multi-disciplinary staff

Data domain	Head coach	S&C coach	Analyst	Medical
Daily readiness screen	Informed	Responsible	Consulted	Consulted
Weekly load report	Accountable	Responsible	Responsible	Informed
Early-warning flags	Accountable	Responsible	Informed	Consulted
Red flag / referral	Informed	Consulted	Informed	Responsible
Consent and retention	Accountable	Informed	Consulted	Consulted

Failure mode 1

Multiple staff making conflicting decisions because nobody owns the data domain.

Failure mode 2

Data sitting unanalysed because everyone assumed someone else was responsible.



A weekly performance meeting, with a defined agenda anchored to last week's monitoring outputs, is what makes the system stick. Template A10 gives a starting RACI structure.

Five delivery pathways for this programme

Self-paced • ≈6 weeks

One module per week: read, quiz, download templates, apply one activity. ≈4 hours per module including application.

Best for: individual coaches, dispersed audiences.

Instructor-led • 2 days

Day 1: Modules 1–3. Day 2: Modules 4–5 plus the capstone workshop. Cohorts of 12–24.

Best for: federations, NSGBs, club staff training days.

Blended • 4 weeks

3 hours asynchronous plus a 2-hour live session weekly. Modules 1–2 combined in week 1.

Best for: university coach education, federation CPD tracks.

Microlearning • 30 days

One 10-minute unit per day in the mobile app: a concept, a question, a micro-exercise.

Best for: time-pressed coaches, mass dissemination at low commitment.

Train-the-trainer • 3 days

Day 1 content mastery, Day 2 adult-learning facilitation, Day 3 practice teaching with feedback.

Best for: scaling across federations and national contexts.

Choosing between them

Individual and dispersed → self-paced or microlearning.

A cohort with facilitator capacity → instructor-led or blended.

Scaling the programme itself → invest in train-the-trainer first.

Capstone — the 90-day integration plan

Context analysis

Sport, level, athlete numbers, current practice, resources, staff structure.

The PDCA question

One specific question wearables will answer this season.

Metric selection

3–5 metrics, with personalised thresholds for one named athlete.

Governance

A short statement covering consent, access and retention.

Communication plan

How athletes — and parents, where applicable — will be briefed.

Success criteria

What success looks like at day 30, day 60 and day 90.

Review checkpoints

Calendar dates for honest review, booked in advance.

Stop conditions

What would cause you to stop or substantially modify the plan.



In instructor-led settings the plans are peer-reviewed within the cohort. In self-paced settings the rubric in Annex C supports honest self-review.

Module wrap-up

Reflective prompt

Return to the note you wrote in Module 1. Does the device you named still answer the coaching question you wrote beside it? If not, say so in your plan.

Self-check

Which single stop condition would you be most reluctant to write down — and what does that reluctance tell you?

Capstone

Complete Template A5. Bring it to the next cohort session, or self-review it against the Annex C rubric within two weeks.



Interactive unit 5 + video tutorial 5: a guided 90-day plan builder with an exportable summary, a governance self-audit, and a negative-news conversation simulation — roughly 40 minutes.

Close the session with the reflective prompt. Coaches who write nothing down complete the course; coaches who write something down change their practice.



WearCoach

Where this goes next

The programme is designed to outlast the devices on the market today. Sensors will improve, dashboards will be redesigned, algorithms will be revised. The durable competence is the coach's.

1

Complete the Wearable Technologies Self-Assessment Toolkit (D2.3).

2

Use the interactive e-learning units and video tutorials between sessions; the mobile app (D2.4) follows.

3

Write and implement your 90-day integration plan — the artefact that changes practice.

4

Send feedback to the consortium; the pilot phase (D2.5) refines these materials.



Co-funded by
the European Union



Leading the Way in Wearable Technologies for Sports Coaching

Wellnist Academy

Focus Coaching Academy

Vidisport

Oslo Orcas (ORCAS IF)



**Co-funded by
the European Union**

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.



WearCoach

D2.2

Giyilebilir Teknolojiler Programı ve Eğitim Modülü

Spor Antrenörlüğünde Giyilebilir Teknolojilerde Öncülük

Eğitmen slayt seti · 5 modül · her biri 90 dakika · D2.2 el kitabının tamamlayıcısı



Co-funded by
the European Union

Bu slayt seti nasıl kullanılır

Eğitmen rehberli

Modül başına 90 dakikalık bir oturum.
Zamanlama, tartışma soruları ve küçük grup etkinlikleri Eğitmen Rehberi'ndedir (Ek B).

Harmanlanmış

Antrenörler bölümü okuyup sınavı asenkron tamamlar, ardından bu slaytlar üzerine kurulu 60 dakikalık canlı oturumda buluşur.

Bireysel çalışma

Slayt seti her bölümün görsel özeti olarak da işler. Konuşmacı notları bireysel çalışma için eğitmen senaryosunu taşır.



Her slaytta konuşmacı notları vardır: konuşma noktaları, zamanlama ve gruba sorulacak soru. Sunmadan önce Notlar bölmesini açın.

Oturum yapısı

15 dk kavram · 30 dk işlenmiş örnek · 30 dk uygulamalı etkinlik · 15 dk değerlendirme.

Kohort büyüklüğü

12–24 antrenör. 12'nin altında küçük grup görevlerini tek bir genel tartışmada birleştirin.

Etkileşimli birimler

Her modülün, oturumlar arasında pratik için eşleşen bir etkileşimli e-öğrenme birimi ve video eğitimi vardır.

Beş modül, tek bir yetkinlik yayı

1 Temeller

Sensörler, cihaz pazarı, geçerlilik ve güvenilirlik, GDPR rıza temeli.
Bloom düzeyi: hatırlama / anlama.

2 Gerçek Zamanlı Veri Takibi

İç ve dış yük, gösterge panelleri, sRPE, TRIMP ve ACWR, veri kalitesi.
Bloom düzeyi: uygulama.

3 Performans Optimizasyonu

Bireysel bazal değerler, periyotlama, toparlanma metrikleri, taper onayı.
Bloom düzeyi: analiz.

4 Sakatlık Önleme

Yük yönetimi ve eleştirileri, asimetri triajı, erken uyarı sistemleri, beş işlenmiş vaka.
Bloom düzeyi: değerlendirme.

5 Pratiğe Entegrasyon

PDCA, veri yönetimi, sporcuyla iletişim, sunum yolları, 90 günlük plan.
Bloom düzeyi: yaratma.

Değerlendirme

Hedeflerle kalibre edilmiş modül sınavları, modül başına bir etkileşimli e-öğrenme birimi ve tek bir capstone eseri: antrenörün kendi 90 günlük entegrasyon planı.

Modül 1'de tanımlanan terminoloji baştan sona kullanılır; Modül 2'deki formüller Modül 3 ve 4'te yeniden görünür; Modül 1'deki GDPR temeli Modül 5'te derinleştirilir.

Her modülde karşımıza çıkan dört antrenör

Mehmet

Taban gençlik futbolu, Türkiye.
12–16 yaş arası yirmi oyuncu. Tüm
sezon için 1.200   bütçe.

Anna

Üniversite kuvvet-kondisyon,
atletizm, Kuzey Avrupa. Bireysel
dayanıklılık sporcuları, kısmi
laboratuvar erişimi.

Kjell

Profesyonel lig baş antrenörü,
Norveç. Tam performans ekibi,
GPS yelekleri, entegre tıbbi kadro.

Zeynep

Tekerlekli sandalye basketbolu,
Türkiye. On iki kıdemli sporcu; itici
eklem aynı zamanda oyun
eklemidir.



Her modül en az iki personadan yararlanır; böylece örnekler tabanı ve eliti, bireyseli ve takımı, ayakta ve para-sporu kapsar.

Gruba sorun

Hangi persona kendi ortamınıza en yakın? Bu
yanıtı capstone planı için saklayın.

Marka sıralaması yok

Karşılaştırmalar kategori ve özellik temellidir.
Program hiçbir ticari cihazı onaylamaz.

Erişilebilirlik

Slaytlar WCAG 2.1 AA kontrastını izler; etkileşimli
birimler klavyeyle gezilebilir.

MODÜL

Giyilebilir Teknolojinin Temelleri

Her sensörün fiziksel olarak ne ölçtüğü, cihazın bundan ne türettiği ve sizin ne sonuç çıkarmaya hakkınız olduğu.

- Sensör aileleri ve cihaz pazarı
- Geçerlilik, güvenilirlik, ekolojik geçerlilik
- GDPR rıza temeli

1

Bu modülün sonunda yapabilecekleriniz

1 Sınıflandırma

Giyilebilir teknolojinin ana ailelerini adlandırmak ve sensörleri ölçtükleri büyüklüğe göre ayırmak.

2 Veriyi izleme

Sporcudan sensöre, platforma ve antrenörlük kararına giden yolculuğu açıklamak.

3 Değerlendirme

Bir satıcı iddiasına geçerlilik, güvenilirlik ve ekolojik geçerliliği uygulamak.

4 Seçim

Gerçekçi bir cihaz seçim senaryosuna çok kriterli seçim matrisi uygulamak.

5 Uyum

Bir cihaz açılmadan önceki temel etik ve GDPR yükümlülüklerini tanımak.

?

Gruba açılış sorusu: hâlihazırda kullandığınız bir giyilebilir cihazı söyleyin ve onun gerçekte hangi fiziksel büyüklüğü ölçtüğünü yüksek sesle ifade edin. Çoğu grup açığı iki dakika içinde fark eder.

Klinikten saha kenarına yetmiş yıl

1950'ler • Holter monitörü

Taşınabilir bir EKG kaydedici, fizyolojik sinyallerin serbest yaşam sırasında yakalanabileceğini kanıtlar.

1960'lar • Pedometreler

Mekanik adım sayımı aynı şeyi ambülatuvar aktivite hacmi için yapar.

1980'ler • Göğüs kayışları

Polar'ın Sport Tester'ı yapılandırılmış kalp atış hızı antrenmanını elit olmayan sporculara açar.

2000'ler • GPS birimleri

Sırtta taşınan takip ragbi ve Avustralya futboluyla gelir, sonra tüm takım sporlarına yayılır.

2010'lar • IMU'lar

İvmeölçer, jiroskop ve manyetometre tek pakette araştırmadan pratiğe geçer.

Şimdi • Tekstil ve optik

Giysilere dokunmuş sensörler, sürekli biyokimyasal izleme, tüketici yüzükleri ve saatleri.



Örüntü, teknolojinin antrenörlere itilmesi değildir. Antrenörlerin ve araştırmacıların, yanıtlamak için enstrümantasyon gerektiren sorular sormasıdır. Bu yüzden önce sorun: bu cihaz hangi antrenörlük sorusunu yanıtlamaya çalışıyor?

Her sensör fiziksel olarak neyi ölçer

İvmeölçer

1–3 ekseninde doğrusal ivme. Güçlü ama belirsiz — düşük örnekleme hızlarında bir ayak basışı ile araç titreşimi benzer görünebilir.

Jiroskop

Bir eksen etrafındaki açısal hız. İvmeölçerlerle birlikte yön kestirimi ve hareket örüntüsü tanıma sağlar.

Manyetometre

Yerel manyetik alan, pusula referansı olarak kullanılır. Ferromanyetik metale duyarlıdır — kapalı alanda güvenilirliği sınırlıdır.

Optik PPG

Pulsatil kan akışının yansıyan ışıktaki yarattığı değişim. Harekete, ten rengine ve kayış sıklığına duyarlıdır.

EKG elektrotları

Kalbin elektriksel aktivitesini doğrudan ölçer. Dinamik egzersizde PPG'den doğrudur; cilt teması gerektirir.

GPS / GNSS • sEMG

Uydulardan konum — dışarıda güçlü, kapalı alanda bozulur. sEMG kas aktivitesini cilt üzerinden okur.



Antrenörler çoğu zaman bir sensörün adını duyar ve onu anladıklarını düşünür. Asıl yetkinlik, neyin ölçüldüğünü ve neyin yalnızca türetildiğini bilmektir.

Ölçülen büyüklük, türetilmiş metrik, çıkarsanan yapı

Ölçülen büyüklük

Bir sensörün yakaladığı ham fiziksel sinyal.

Örnek: üç eksenli ivme (m/s^2).



Türetilmiş metrik

Ölçülen büyüklüklerden hesaplanan işlenmiş çıktı.

Örnek: PlayerLoad, toplam mesafe, sprint sayısı.



Çıkarsanan yapı

Metriğin temsil ettiği varsayılan antrenörlük kavramı.

Örnek: "dış yük", "nöromusküler yorgunluk".



Ölçülen büyüklükten çıkarsanan yapıya doğru ne kadar uzaklaşırsanız, o kadar çok varsayım katmanı biriktirirsiniz.

İki cihaz aynı antrenman için farklı PlayerLoad değerleri bildirdiğinde, yanıt genellikle birinin yanlış diğerinin doğru olması değil, farklı tescilli türetme formülleri kullanmalarıdır. Satıcıya sayılarının hangi katmanda yaşadığını sorun.

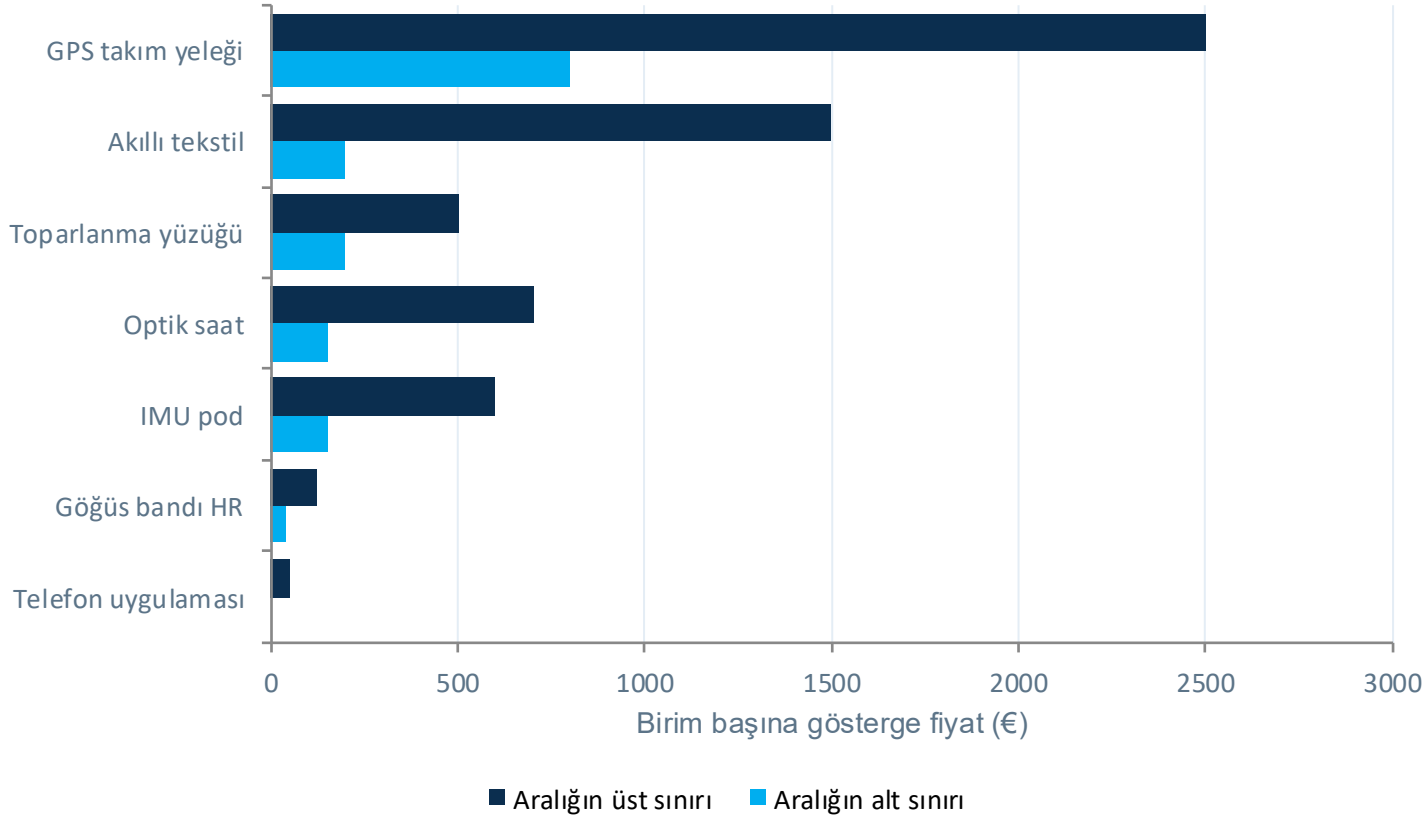
Cihaz pazarını marka yerine kategori üzerinden okumak

Kategori	Tipik kullanım	Fiyat aralığı	Güçlü yönleri	Sınırlamaları
Göğüs bandı HR (EKG)	Dayanıklılık, grup HR	40–120 €	Dinamik egzersizde doğru; uygun fiyatlı	Konfor; doğrudan temas gerekir
Optik bilek / çok-spor saati	Dayanıklılık, uyku, günlük izleme	150–700 €	Konfor; entegre GPS, uyku, HRV	Yüksek hareketli işte doğruluk değişken
GPS takım yeleği	Dış mekan takım sporu	800–2.500 € + platform	Yüksek kaliteli GNSS; panolar	Maliyet; platform bağımlılığı
IMU yaması / pod	Asimetri, sıçrama, yürüyüş	150–600 €	Hedefli biyomekanik; taşınabilir	Dar kullanım alanı; yazılıma bağımlı
Akıllı tekstil	Dinamik sporda HR + EMG	200–1.500 €	Giyisiye entegre; konforlu	Dayanıklılık; yıkama; değişken sensör
Toparlanma yüzüğü / bandı	Sürekli HRV, uyku	200–500 € + abonelik	Sürekli giyim; HRV trendleri	PSG'ye karşı uyku evresi doğruluğu kısmi
Akıllı telefon tabanlı	Taban, düşük bütçe	0–50 € (uygulama)	Ek donanım yok	Telefon sensörlerine bağlı



Belirli modeller her sezon değişir. Kategoriler ve davet ettikleri sorular istikrarlıdır — bu tablonun bir alıcı rehberi olmamasının nedeni budur.

Maliyet bir tasarım kısıtıdır, kalite sıralaması değil



Mehmet'in kısıtı

1.200 €'luk sezon bütçesi 20 göğüs bandı ve bir paylaşımlı GPS pod alır — yapılandırılmış SRPE ve ACWR izlemesi için yeterlidir.

Kjell'in kısıtı

GPS yelekleri yinelenen platform ücretleri ve dışa aktarım sınırları getirir. İmzalamadan önce veri taşınabilirliğini sorun.

Asıl soru

"Neyi karşılayabiliriz?" değil, "her hafta gerçekten neyi kullanacağız?" Kullanılmayan kapasite en pahalı kalemdir.

Araştırmacı olmayan antrenörler için geçerlilik ve güvenilirlik

Geçerlilik

Cihaz iddia ettiği şeyi ölçüyor mu? Toplam mesafe bildiren bir GPS birimi, ölçülmüş bir pistle kabul edilebilir bir marj içinde uyuşuyorsa geçerlidir.

Güvenilirlik

Koşullar sabitken tutarlı sonuç veriyor mu? Aynı sporcunun aynı rotada iki gün farklı mesafe alması güvenilirmezliktir.

Ekolojik geçerlilik

Laboratuvar performansı gerçek koşullarda — rüzgar, ter, temas, kapalı alan, kavranmış nesneler, hava — ayakta kalıyor mu?

S

Sperlich ve Holmberg (2017), pazarlanan ile doğrulanmış performans arasındaki boşluğun çoğu zaman büyük olduğu uyarısını yaptı. Düking ve diğerleri (2016), kriter ölçümlerine karşı değerlendirilen ticari giyilebilir cihazlarda sistematik doğruluk sorunları buldu. Akenhead ve Nassis (2016), antrenörlerin izleme araçlarını doğrulama durumu konusunda ciddi belirsizlik altında seçtiğini belgeledi.

1 Örneklem

Kim, hangi sporda, hangi yoğunlukta test edildi?

2 Altın standart

Cihaz neyle karşılaştırıldı?

3 İstatistik

Ortalama yanlılık ve uyum sınırları — yalnızca korelasyon değil.

4 Ekolojik eşleşme

Koşullar sizinkine benziyor muydu?

Herhangi bir cihazı açmadan önce: rıza temeli

Hukuki sebep

İşleme için Madde 6 ve sağlık verisi için açık bir Madde 9 sebebi — tıbbi olmayan antrenörlük ortamında genellikle açık rıza.

Bilgilendirilmiş ve özgür

Sporcu neyin, neden, kiminle, ne kadar süre toplandığını anlar ve seçilme baskısı olmadan rıza gösterir.

Reşit olmayanlar

Ebeveyn veya vasi rızası, ayrıca genç sporcunun yaşına uyarlanmış açıklamalar.

Veri minimizasyonu

Yalnızca ihtiyacınız olanı toplayın. Her ek alan, gerekçelendirmeniz, korumanız ve sonunda silmeniz gereken bir yükür.

Saklama

Verinin ne kadar tutulacağını tanımlayın, iletin ve zamanı gelince silin.

İhlal planı

Eskalasyon zincirini bilin. Belirli ihlaller 72 saat içinde bildirilmelidir.



Modül 1'in operasyonel kuralı: yerinde bir bilgilendirilmiş rıza süreci olmadan cihaz dağıtmayın. Modül 5 tam yönetim politikasını bunun üzerine kurar.

Modül kapanışı

Refleksif soru

Kullandığınız veya düşündüğünüz bir cihazı, içerdiği sensörleri, yanıtlaması gereken bir antrenörlük sorusunu ve sporunuz için bir sınırlamasını yazın. Bu notu saklayın — Modül 5'te gerekecek.

Öz-kontrol

Şunlardan hangisi türetilmiş metrik değil ölçülen büyüklüktür: toplam mesafe, doğrusal ivme, PlayerLoad, sprint sayısı? Tam madde havuzu Ek C'de.

D2.3'e köprü

Öz-Değerlendirme Araç Seti'nde sensör terminolojisi ve cihaz seçimindeki güveninizi puanlayın. 3/5 altındaki her alan Modül 2 öncesi yeniden okumaya değer.



Etkileşimli birim 1 + video eğitimi 1: sensör eşleştirme, kendi bütçeniz için cihaz seçim matrisi ve GDPR rıza kontrol listesi — yaklaşık 25 dakika.

Oturumu refleksif soruyla kapatın. Hiçbir şey yazmayan antrenör kursu tamamlar; bir şeyler yazan antrenör pratiğini değiştirir.

MODÜL

Gerçek Zamanlı Veri Takibi

Gösterge panelini okumak, üç temel yük metriğini elle hesaplamak ve sporcunun seans sırasında ne duyması gerektiğine karar vermek.

- İç yük ve dış yük
- Gerçek bir seansa sRPE, TRIMP, ACWR
- Veri kalitesi ve şüphelilik disiplini

2

Bu modülün sonunda yapabilecekleriniz

1 Ayırt etme

İç yükü dış yükten ayırmak ve belirli bir spor için uygun metrikleri seçmek.

2 Hesaplama

Verilen formüllerle ham seans verisinden sRPE, TRIMP ve ACWR hesaplamak.

3 Yorumlama

İzleme panellerinde kullanılan beş kanonik görselleştirmeyi okumak.

4 Teşhis

Yaygın veri kalitesi sorunlarını fark etmek ve temel filtreleme kuralları uygulamak.

5 Karar

Sporcuyla gerçek zamanlı neyin paylaşılacağına, neyin erteleneceğine karar vermek.

?

Bu modüle gerçek bir seans dosyası getirin — geçen haftadan, kendi verinizden. Sonraki slaytlardaki her hesaplama, siz salondan çıkmadan kendi sayılarınızla tekrarlanmak içindir.

İç yüke karşı dış yük

Dış yük

Sporcunun ne yaptığı — sizin reçete ettiğiniz doz

- Kat edilen kilometre, sprintler, ivmelenmeler
- Kaldırılan ağırlık, tekrarlar, sıçramalar
- Yüksek hızlı koşu mesafesi, PlayerLoad
- Fiziksel terimlerle ölçülür, sporcudan bağımsızdır
- Sporcular arasında yalnızca reçete olarak karşılaştırılabilir

İç yük

Sporcunun ne deneyimlediği — biyolojik maliyet

- Kalp atış hızı ve HR türevi TRIMP
- Algılanan zorluk derecesi ve sRPE
- Hormonal ve otonom yanıt
- Fitness, yorgunluk, uyku, çevre ve motivasyona bağlıdır
- Bireysel yanıtın tek görünümüdür



Impellizzeri, Marcora ve Coutts (2019) çerçevelerini on beş yıl sonra yeniden ele aldı ve yalnızca dış yük üzerine kurulu izlemenin, adaptasyonu ve sakatlık riskini belirleyen bireysel değişkenliği kaçırdığını vurguladı. Aynı seansı yapan iki sporcu farklı iç yükler yaşar.

Yalnızca dış metrikleri takip eden antrenör, resmin yalnızca yarısını takip etmektedir.

İç-dış karşılaştırması başlı başına tanılayıcıdır

Aynı doz

Değişmemiş dış yük — aynı reçete edilen seans

Daha yüksek maliyet

Yükselen iç yük — daha yüksek HR, daha yüksek sRPE

Erken işaret

Biriken yorgunluğun en net erken belirtilerinden biri

1 Reçeteleri karşılaştırmayın

İki sporcuyla yalnızca dış metriklerle karşılaştırmak, verdiklerini değil istediğinizi karşılaştırır.

2 İç yükü zamanla izleyin

sRPE ve TRIMP, iyi tolere edilen bir dozun ne zaman gerilime döndüğünü gösterir.

3 İkisini eşleştirin

Dış ve iç yükü daima yan yana okuyun. Tek başına her biri eksik bir cümledir.



Dış yük antrenörün reçete ettiği dozdur. İç yük, vücudun o doza verdiği yanıttır.

Canlı gösterge panelleri gerçekte ne sunar

Sporcu başına canlı metrik

HR bölgeleri, toplam mesafe, yüksek hızlı koşu, ivmelenme ve yavaşlamalar, PlayerLoad tipi kompozit.

Özelleştirilebilir eşikler

Sporcu, önceden belirlediğiniz bir değeri aştığında renk değişimi veya sesli uyarı.

Antrenman segmentasyonu

Periyot işaretleri, böylece seans sonrası analiz gerçekte uyguladığınız planla hizalanır.

Veri dışı aktarımı

Kendi analiziniz ve arşiviniz için ham ve işlenmiş verinin platformdan çıkarılması.



Dürüst gerçek: her "canlı" metrik saniyeler içinde eyleme geçmek için yeterince güvenilir değildir. Kalp atış hızı, mesafe ve çarpmalar yeterli kararlılıkla güncellenir. Yumuşatma pencereli kompozit metrikler, canlı okumadan çok seans toplamı olarak anlamlıdır.

Gerçek zamanda

Basit metriklere güvenin: kalp atış hızı, kat edilen mesafe, çarpma sayıları.

Seans değerlendirmesinde

Kompozitlere güvenin: PlayerLoad varyantları, asimetri endeksleri, seans toplamaları.

Gösterge paneli okuryazarlığı: beş görselleştirme ailesi

Zaman serisi

Yatay eksenle zaman, dikey eksenle bir metrik.

Gösterir: trendler, tepe noktaları, toparlanmalar.
Dikkat: varyasyonu abartan veya bastıran y eksen ölçeklendirmesi.

Isı haritası

Saha veya kort genelinde mekansal yoğunluk.

Gösterir: kapsama, taktiksel içgörü.
Dikkat: topla ve topsuz koşu birleşiktir — niyet gösterilmez.

Radar (örümcek) grafiği

Bir sporcu veya seansın çok eksenli profili.

Gösterir: bir bakışta çok boyutlu görünüm.
Dikkat: güçleri görsel olarak çarpıtan keyfi eksen ölçeklendirmesi.

Kutu grafiği

Kadro genelinde dağılım; medyan, çeyrekler ve aykırı değerler.

Gösterir: aykırı değerleri anında.
Dikkat: $n = 10$ altında istikrarsızdır — küçük kadrolarda dikkatli olun.

Saçılım grafiği

İki metrik birbirine karşı, örneğin haftalık sRPE ve seans HR'ı.

Gösterir: korelasyon ve aykırı değerler.
Dikkat: korelasyon nedensellik değildir — tek bir örüntüye göre asla eyleme geçmeyin.

Tek soru

Beş ailenin hepsinde antrenör aynı şeyi sorar: bu resim bana ne anlatıyor ve fikrimi ne değiştirdi?

Gösterge paneli okuryazarlığı budur.

Veri kalitesi, anomaliler ve şüphelilik disiplini

1 GPS sinyal kaybı

Kapalı salonlar ve ağır çelik yapılar aralıklı uydu sinyali verir. 10 dakikada 50 m kat eden oyuncu kapalı alandaydı — metriği düşük yük değil, eksik olarak ele alın.

2 Optik HR artefaktı

Bilek PPG'si kavrama, titreşim ve kısa patlamalarda düzensiz okur. Beş saniye içinde 20 bpm'lik sıçrama ve düşüş fizyolojik olay değil, artefaktır.

3 Sensör kayması

Uzun seanslar, sıcak ve terle doymuş kayışlar okumaları kademeli olarak bozar. Seans sonu HR'ı benzer çabada seans başı HR ile karşılaştırın.

4 Zaman senkronizasyon hataları

Cihazlar arasındaki küçük saat farkları, iki veri akışını hizalayan her türetilmiş metriği bozar.

5 Eksik veya kısmi dosyalar

"90 dakika" etiketli 73 dakikalık bir dosya, o sporcunun haftalık yük toplamını sessizce bozar.

6 Filtre kuralı

Sporcuyu kontrol etmeden önce dosyayı kontrol edin. İşaretleyin, silmeyin — eksik değer ile sıfır farklı olgulardır.



Gerçek olamayacak kadar iyi veya gerçek olamayacak kadar kötü görünen bir metrik muhtemelen gerçek değildir.

Pratik laboratuvar — Stat Pack #1

Seans

Bir sporcu için 60 dakikalık antrenman seansı

- Toplam mesafe: 6.800 m
- Yüksek hızlı koşu (>19,8 km/sa): 720 m
- Ortalama HR 152 bpm · Maks 188 bpm · Dinlenme 56 bpm
- RPE (Borg CR-10): 7
- Kronik yük (28 günlük hareketli haftalık sRPE): 2.400 AU
- Bu haftanın akut yükü (7 günlük sRPE): 3.300 AU

Hesap

Bir kez elle yapın, sonra Şablon A4'e bırakın

- $sRPE = RPE \times \text{süre} = 7 \times 60 = 420 \text{ AU}$
- $HR \text{ fraksiyonu} = (152 - 56) / (188 - 56) = 0,727$
- $TRIMP \approx \text{süre} \times HR \text{ fraksiyonu} \times \text{ağırlık} \approx 94 \text{ AU}$
- $ACWR = \text{akut} / \text{kronik} = 3.300 / 2.400 = 1,375$
- Ticari uygulamalar üstel faktörde farklılık gösterir (Banister, 1991)

420 AU

sRPE — seans iç yükü

$\approx 94 \text{ AU}$

TRIMP — HR ağırlıklı iç yük

1,375

ACWR — tatlı noktanın üst sınırı

Az önce hesapladığınız ACWR'yi okumak

≈ 0,8 altı

Akut yük kroniğin belirgin altında.
Antrenmansızlık ya da programın sonra talep edeceğine göre yetersiz hazırlanmış sporcu.

≈ 0,8 – 1,3

Sık alıntılanan "tatlı nokta". İlerlemeci ve genelde tolere edilir — ancak bu bir popülasyon sezgisidir, bireysel garanti değil.

≈ 1,5 üstü

Araştırmaya değer bir zirve. Süreklilik gösteren değerler dikkat ve bir konuşma gerektirir; otomatik dinlenme günü değil.



İşlenmiş değerimiz olan 1,375 tatlı noktanın üst sınırındadır. Dikkat gerektirir. Müdahale gerektirip gerektirmediği sporcunun geçmişine ve çevre bağlamına bağlıdır — Modül 4 bunu eleştirileriyle birlikte ele alır.

ACWR'nin yapamadığı

Haftanın neden ağır olduğunu söyleyemez ve yükü programdan ayıramaz.

İyi yaptığı

"Bu hafta ağır geliyor" şeklindeki belirsiz hissi, personel toplantısına götürebileceğiniz bir sayıya çevirir.

Sporculara gerçek zamanlı geri bildirim: zamanlama sorusu

Ne?

Bazı metrikler canlı olarak eyleme geçirilebilir — tempo için HR, oyuncu değişikliği için kat edilen mesafe.

Bazıları değildir: HRV ve uyku seans öncesi girdilerdir. Eyleme geçirilebilir olanı paylaşın.

Ne zaman?

Antrenman sırasında sporcu uygulamaktadır; metrik konuşması dikkat dağıtır.

Antrenmanlar arasında veya blok sonunda kısa, metrik temelli geri bildirim iyi oturur. Trend geri bildirimi bire bir görüşmeye aittir.

Nasıl?

Metrikleri karar olarak değil, bilgi olarak çerçeveleyin.

Olgusal içerik aynı olabilir; çerçeveleme sporcunun iş birliği mi yoksa direnç mi göstereceğini değiştirir.

İş birliği olarak oturur

- "Bugün sprint sayınız yüksekti — yarını koruyalım."
- "Tekrarlar arasında HR'inız düşmedi; bir sonraki sefer daha uzun dinlenin."

Hüküm olarak oturur

- "Aşırı çalıştın."
- "Saat hazır olmadığını söylüyor."

Modül kapanışı

Refleksif soru

Geçen haftanın en ağır seansını alın ve sRPE, TRIMP ile ACWR'yi elle hesaplayın. Sonra sorun: bu üç sayı hangi kararı değiştirdi?

Öz-kontrol

Hangi canlı metriğe göre saniyeler içinde eyleme geçmeyi reddedersiniz ve neden? Tam madde havuzu Ek C'de.

Pratik etkinlik

Kendi platformunuzdan bir pano görünümünün ekran görüntüsünü alın ve etiketleyin: beş görselleştirme ailesinden hangisi ve neyi gizliyor?



Etkileşimli birim 2 + video eğitimi 2: canlı sRPE / TRIMP / ACWR hesaplayıcısı, pano okuma alıştırmaları ve veri kalitesi anomali avı — yaklaşık 30 dakika.

Oturumu refleksif soruyla kapatın. Hiçbir şey yazmayan antrenör kursu tamamlar; bir şeyler yazan antrenör pratiğini değiştirir.

MODÜL

Performans Optimizasyonu

Bireysel bazal değerler, periyotlama, toparlanma yargısı ve bir taperi umutla değil veriyle doğrulamak.

- Bazal değer bir dağılımdır, tek sayı değil
- Mikro, mezo ve makro döngü entegrasyonu
- HRV, uyku ve iyilik halinin üçgenlenmesi



3

Bu modülün sonunda yapabileceğiniz

1 Bazal değer

Bireyselleştirilmiş sporcu bazal değeri oluşturmak ve kişiselleştirilmiş referans aralıkları tanımlamak.

2 Entegrasyon

Giyilebilir metrikleri doğrusal, blok ve dalgalı periyotlamanın içine yerleştirmek.

3 Sentez

HRV, uyku, iyilik hali ve CMJ'yi tek bir toparlanma yargısında birleştirmek.

4 Taper

Bir yarışma zirvesi için giyilebilir bilgiyle desteklenen tapering planı tasarlamak.

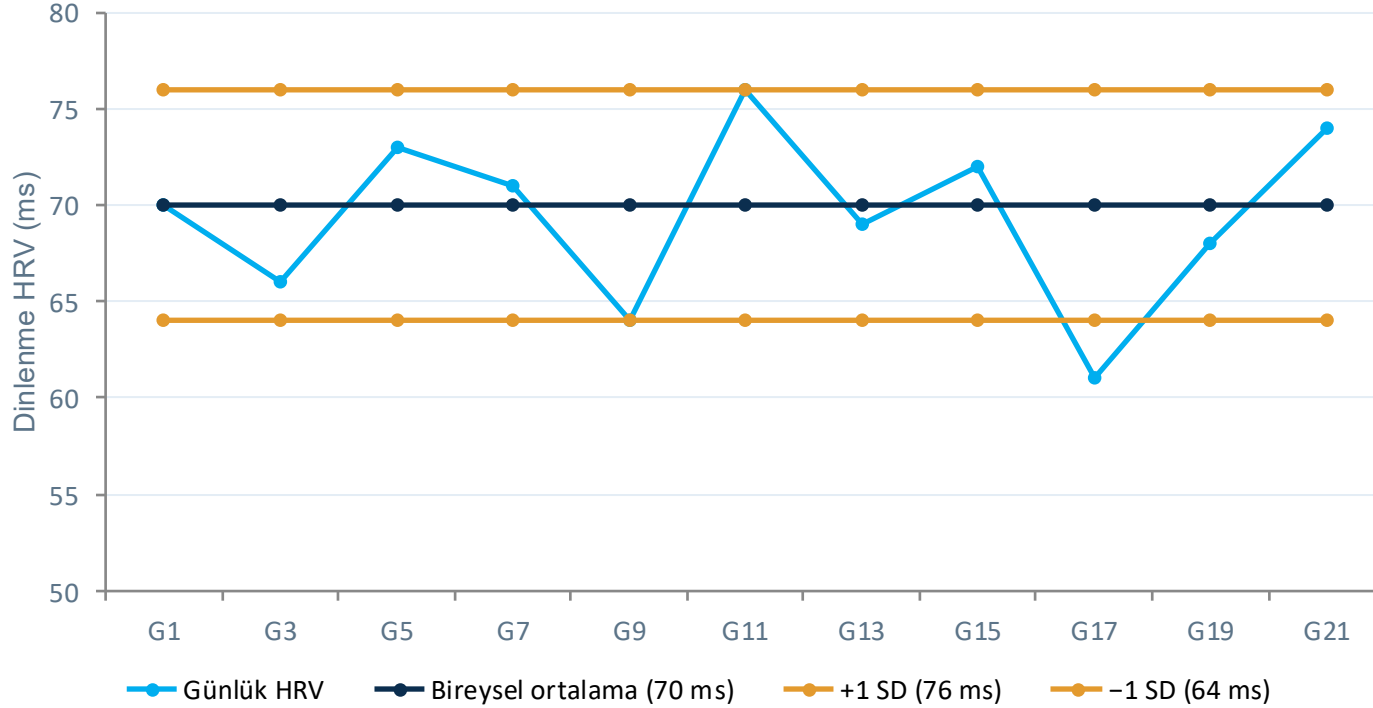
5 Ayıklama

Yeni bir metriğin marjinal değerini ölçüm yüküne karşı tartmak.

?

Bu modülün düzenleyici fikri: veri planı yazmaz. Veri, yazdığınız planın amaçladığınız şeyi yapıp yapmadığını söyler.

Bazal değer bir dağılımdır, tek bir sayı değil



1 4–6 hafta toplayın

Herhangi bir çıkarımda bulunmadan önce.

2 Koşulları standartlaştırın

HRV uyanınca, supin, kafeinden önce; her gece aynı cihaz.

3 Ortalama ve SD hesaplayın

Sporcu ve metrik başına — asla kadro ortalaması değil.

4 Bantları belirleyin

± 1 SD = normal aralık. ± 2 SD = araştırmaya değer anomali.

S

Plews ve diğerleri (2013): HRV yorumu bireyde köklenmelidir; çünkü sporcular arası değişkenlik, sporcu içi günlük değişkenliği gölgede bırakır. İlke tüm metriklere genellenir — sporcuları kadroyla değil, kendileriyle karşılaştırın.

Giyilebilir cihazlar periyotlama planına nereden girer

Mikro döngü • bir hafta

Giriş noktası: günlük hazırlık.

Her sabah HRV, uyku ve iyilik halini okuyun; yeşil, sarı veya kırmızı olarak sınıflandırın; günün seansını ayarlayın. Karar kuralları Şablon A8'de önceden tanımlıdır; böylece baskı altında doğaçlama yapılmaz.

Mezo döngü • 3–6 hafta

Giriş noktası: kademeli aşırı yük yönetimi.

Haftalık artışları planlayın (blok içinde tipik olarak %5–10). Haftalık raporlar planlanan ile fiili dış yükü, gözlemlenen iç yanıtı karşı karşılaştırır.

Makro döngü • bir sezon

Giriş noktası: uzun yay adaptasyon takibi.

Aynı antrenman yükünde düşen dinlenme HR'ı kardiyorespiratuvar adaptasyonu; ağır bir blok boyunca sabit CMJ yüksekliği yük altında nöromusküler korumayı düşündürür.



Klasik periyotlama modelleri sürekli izlemeden önce tasarlandı. Giyilebilir cihazlarla yer değiştirmezler — desteklenirler.

Gruba sorun: bu üç düzeyden hangisinde kulübünüzün işleyen bir rutini var ve hangisinde veri toplanıp hiç okunmuyor?

Toparlanma metrikleri: ne gösterir, ne göstermez

Kalp atış hızı değişkenliği

Otonom durumu yansıtır — sempatik ve parasempatik girdinin dengesi.

Zamanla daha yüksek dinlenme HRV toparlanmayla uyumludur; sürekli düşüş trendi biriken stresi gösterir.

Uyarı: alkole, hastalığa ve yaşam stresine duyarlıdır. Tek bir gün asla eyleme tetiklemez — 5–7 günlük trend tetikler.

Uyku

Toplam uyku süresi ve uyku verimliliği polisomnografiye karşı makul şekilde doğrulanır.

Evre sınıflandırması (derin, REM, hafif) tüketici cihazlarında çok daha az doğrudur.

Eyleme geçirilebilir kural: toplam süre ve verimliliği takip edin; evre verisini önerici sayın. Walsh ve diğerleri (2021): gecelik 7–9 saat.

Subjektif iyilik hali

1–5 arası derecelendirilen beş sabah maddesi: uyku kalitesi, yorgunluk, ağrı, ruh hali, stres.

Hiçbir maliyeti yoktur ve sporcunun kendi deneyimini ekler. Saw, Main ve Gastin (2016), subjektif ölçülerin akut antrenman yanıtında sıklıkla objektifleri geçtiğini gösterdi.

Sporcuya hiç sormayan antrenör en bilgilendirici sinyali kaçıır.

3

Üçgenleme: asla tek bir metriğe göre eyleme geçmeyin.

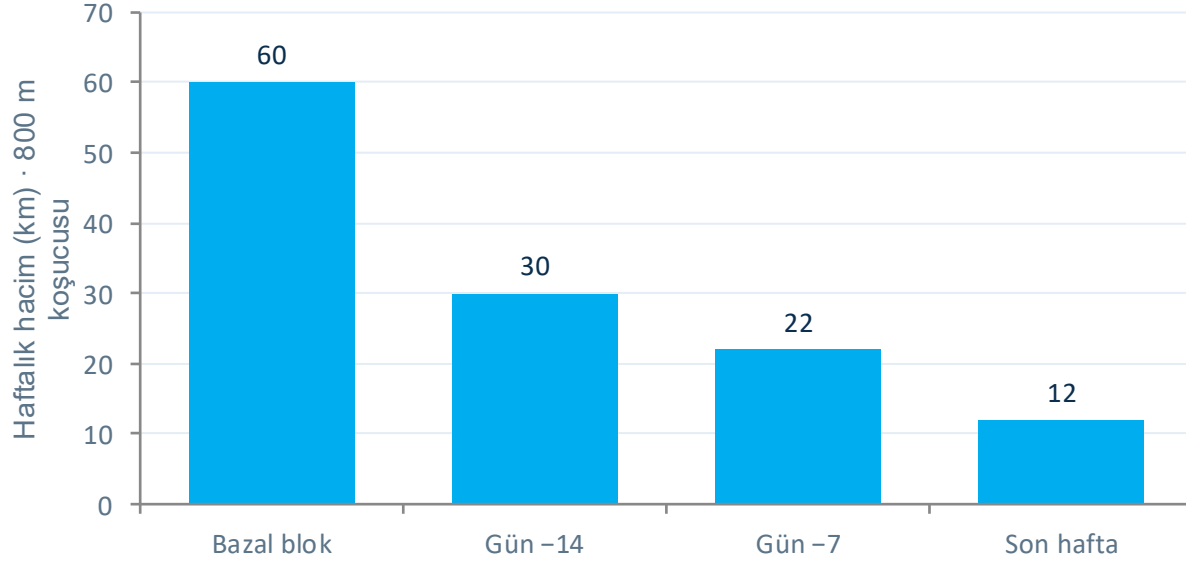
İzleyin

HRV düşük, uyku iyi, iyilik hali iyi — muhtemelen tek bir yaşam stresi olayı.

Müdahale edin

HRV düşük, uyku düşüyor, iyilik hali düşüyor — tutarlı bir resim, harekete geçin.

Giyilebilir cihazla onaylı tapering



İyi yürütülen bir taper sırasında bekleyin:

- **HRV yükselir** — parasempatik toparlanma antrenman kaynaklı sempatik yükü aşar.

Subjektif iyilik hali iyileşir — ruh hali yukarı, yorgunluk aşağı, ağrı aşağı.

CMJ yüksekliği mütevazı artar — nöromusküler tazelik geri döner.

Dinlenme HR hafif düşer — yalnızca diğerleriyle birlikte anlamlıdır.

Giyilebilir veri onaylar — yeniden tasarlamaz. Hacim iner, yoğunluk korunur.

65 → 71 ms

HRV, bazal ortalamadan gün -5'e

38 → 40 cm

Sıçrama-geri sıçrama yüksekliği

3,6 → 4,2 / 5

Subjektif iyilik hali bileşiği

%41–60

8–14 günde hacim azaltımı (Mujika ve Padilla, 2003)

Veri tersini gösteriyorsa — HRV düşüyor, iyilik hali kötüleşiyorsa — plan işlemiyordur. Kalıntı yorgunluğu, uykuyu ve yaşam stresini araştırın. Müdahale "planı görmezden gel" değil, "teşhis et ve ayarla"dır.

Ölçüm yükü ödünleşimi

Sporcu zamanı

Sabah HRV ölçümü sporcu başına günde beş dakika ekler. Bir kadro ve bir sezon boyunca bu gerçek bir maliyettir.

Ekipman

Satın alma, şarj, temizlik, değişim ve kullansanız da kullanmasanız da yenilenen abonelik.

Personel analiz zamanı

Kimsenin okumaya vakti olmayan veri izleme değildir; depolamadır.

Sayı kaygısı

Sporcuların kendi metriklerine takıntılı hale gelmesi. Ergenlerde ve mükemmeliyetçiliğe yatkın sporcularda önemsenmelidir.



Herhangi bir metrik eklemekten önce dürüstçe sorun: bu hangi kararı değiştirecek?

Yanıt "hiçbiri" ise, metrik sistemde olmamalıdır. İyi kullanılan küçük bir metrik seti, kullanılmayan büyük bir setten daha iyi performans gösterir — ve zor bir konuşma veriye dayandığında ihtiyaç duyacağınız iyi niyeti korur.

Modül kapanışı

Refleksif soru

Şu anda topladığınız ve hiçbir kararı değiştirmemiş bir metriği adlandırın. Bu ay onu ya düzgün kullanmak ya da kaldırmak için ne gerekir?

Öz-kontrol

Bir sporcunun HRV'si bireysel ortalamasının 8 ms altında, SD 6 ms. Sarı, turuncu mu kırmızı mı — ve ne yaparsınız?

Pratik etkinlik

Bir sporcu için tek sayfalık bireysel sporcu profili (Şablon A3) oluşturun: metrik başına ortalama, SD ve mevcut değer, trafik ışıklarıyla.



Etkileşimli birim 3 + video eğitimi 3: bazal değer ve referans aralığı oluşturucu, taper simülatörü ve üçgenleme karar alıştırmaları — yaklaşık 30 dakika.

Oturumu refleksif soruyla kapatın. Hiçbir şey yazmayan antrenör kursu tamamlar; bir şeyler yazan antrenör pratiğini değiştirir.

MODÜL

Sakatlık Önleme

Yük yönetimi ve eleştirileri, asimetri triajı ve baskı anındaki doğaçlamayı ortadan kaldıran bir erken uyarı sistemi.

- ACWR, monotoni ve gerilim — güncel tartışmayla
- Asimetri: tespit et, belgele, sevk et
- Beş bağlamda beş işlenmiş vaka

4

Bu modülün sonunda yapabilecekleriniz

1 Tanımlama

Giyilebilir veride tespit edilebilen değiştirilebilir risk faktörlerini kanıt tabanına bağlamak.

2 Hesaplama

ACWR, antrenman monotonisi ve gerilimini hesaplamak ve savunulabilir eşikler uygulamak.

3 Triaaj

IMU verisinden biyomekanik asimetrisi tespit edip düzeltme ya da sevke karar vermek.

4 Kurma

Sporunuz için açık eskalasyon protokolleriyle bir erken uyarı sistemi kurmak.

5 İlerletme

Sahaya dönüşü klinik yargının yanı sıra giyilebilir doğrulamayla yönetmek.

?

Bu modülün başında beklenti netleştirin: izleme riski azaltır, ortadan kaldırmaz. Aksini vaat eden antrenör, birisi yine de sakatlandığında kadronun güvenini kaybeder.

Sakatlık epidemiyolojisi ve izlemenin rolü

6–9

Profesyonel futbolda 1.000 saat maruziyet başına zaman kayıplı sakatlık

>%20

Rekreasyonel koşucularda yıllık alt ekstremitte aşırı kullanım insidansı

#1

Hamstring zorlanması — çoğu futbol çalışmasında en büyük tek kategori

Değiştirilemez

İzleme bunları değiştirmez

- Yaş
- Önceki sakatlık öyküsü
- Anatomik özellikler
- Genetik yatkınlık

Değiştirilebilir

Giyilebilir izlemenin yerini kazandığı alan

- Antrenman yükü ilerlemesi
- Uyku miktarı ve kalitesi
- Yan farkı (asimetri)
- Toparlanma uygulamaları ve kondisyon düzeyi



Bu ayrımı anlayan antrenör gerçekçi beklentiler belirler — sporcularla, velilerle ve yönetimle.

Yük yönetimi ve sakatlık–antrenman paradoksu

Çerçeveyi destekleyenler

- Gabbett (2016): yetersiz hazırlanmış sporcular da aşırı yüklenmiş sporcular da risk altındadır — ilişki U-şeklinde.
- ACWR, yaklaşık 0,8–1,3 tatlı noktasıyla pratik bir araç olarak önerildi.
- Bowen ve diğerleri (2020): üç Premier Lig sezonunda ACWR zirveleri 5–7 kat sakatlık riskiyle ilişkili.
- Drew ve Finch (2016): daha geniş yük–sakatlık literatürünün sistematik derlemesi, genel olarak tutarlı.

Çerçeveye itiraz edenler

- Impellizzeri ve diğerleri (2020): ACWR örtüşen pay ve paydası olan bir orandır — sahte ilişkiler üretebilir.
- Program karıştırması: ağır haftalar yük dışı nedenlerle ağır haftaları izleme eğilimindedir.
- Bornn, Ward ve Norman (2019): benzer bir argüman ortaya koyan nedensel analiz.
- Tek bir oran, evet/hayır sakatlık tahmininin yükünü taşıyamaz.



Uygulamacı antrenör için dürüst sentez: ACWR yararlı bir ipucudur, bir karar değildir.

Zirveler araştırmaya değerdir. Sürekli 1,5 üzeri ACWR dikkat gerektirir. Sporcunun geçmişi, iyilik hali resmi ve antrenman bağlamı hakkındaki kendi bilginizle birlikte kullanın.

Monotoni, gerilim ve hareket kalitesi kırmızı bayrakları

Antrenman monotonisi (Foster, 1998)

Bir hafta boyunca ortalama günlük yük $\div$ günlük yükün standart sapması.

Yüksek monotoni = tekdüze yük örüntüsü. Yüksek ortalama yükte sürekli yüksek monotoni, artmış hastalık ve aşırı yüklenme riskiyle ilişkilendirilmiştir.

Antrenman gerilimi (Foster, 1998)

Haftalık yük $\times$ monotoni.

Hacim ve tekdüzeliği tek bir indekste birleştirir. Haftalar boyunca takip metriği olarak yararlıdır; tek haftalık karar girdisi olarak daha az.

Sıçrama-iniş asimetrisi

İkili kuvvet platformu veya iki tek taraflı IMU ile yapılan CMJ, uzuvlar arası yüzde farkını verir. $\approx$ %10–15 üzeri genellikle işaretlenir.

Sprint asimetrisi

Sprint sırasında bacaklar arasındaki adım uzunluğu, temas süresi veya impuls farkları; IMU ile yakalanır.

Yavaşlama mekaniği

Yön değişikliğinde asimetrik fren kuvveti — özellikle ACL sakatlık araştırmasında ilgilidir.

3

Antrenörün asimetri verisiyle rolü triajdır: tespit et, belgele, sevk et. Özel biyomekanik eğitimi olmayan antrenörler yalnızca asimetri verisinden düzeltici reçete etmemelidir.

Beş adımda erken uyarı sistemi tasarlamak

1 3–4 girdi seçin

Dış mekan takım sporu: ACWR, sRPE temelli haftalık gerilim, uyku süresi, iyilik hali.
Bireysel dayanıklılık: ACWR, HRV trendi, uyku, iyilik hali.
GPS'siz kapalı alan: sRPE yükü ve sRPE türevi ACWR, uyku, iyilik hali.

2 Kişiselleştirilmiş eşikler

Modül 3'teki bireysel bazal değeri kullanın. HRV'de bir SD düşüş sarı bayraktır; iki SD turuncu; üç kırmızı. Seçtiğiniz her girdi için eşik belirleyin.

3 Eskalasyon katmanları

Tek bir sarı yalnızca gözlem gerektirebilir. Birden fazla girdide sarı bayrak müdahale gerektirir. Herhangi bir girdide turuncu veya kırmızı derhal inceleme gerektirir.

4 Eylemlere önceden karar verin

Her katmanda ne olacağını önceden kararlaştırın. Amaç, baskı anındaki doğaçlamayı ortadan kaldırmaktır — maç cumartesi ve oyuncu kaptanınızken.

5 Herkesi bilgilendirin

Sistem kullanılmadan önce sporculara ve personele anlatılır. Turuncu bayrak yandığında sporcu yanıtın "cezalandırma değil, değiştirme" olduğunu zaten bilir.



Çalışan bir erken uyarı kontrol listesi Ek A, Şablon A9'da sunulmaktadır. Kendinizinkini oturumda kurun — boş bırakarak ayrılmayın.

Yararlı bir sistem spora özgüdür, az sayıda yüksek sinyalli girdiye sahiptir, eşikleri önceden tanımlar ve her eşiğe önceden karar verilmiş eylemler atar.

Eskalasyon katmanları: yanıtı önceden belirleyin

Katman	Tetikleyici	Eylem	Kimler dahil
Sarı	Bir girdi bireysel bazalın bir SD altına iner	İzleyin. Sporcuya nasıl hissettiğini sorun. Seansta değişiklik yok.	Antrenör ve sporcu
Turuncu	Bir girdide iki SD veya birden fazla girdide sarı bayrak	Seansı değiştirin: yoğunluğu veya hacmi önceden belirlenmiş miktarda azaltın. Sporcuyla görüşün.	Antrenör, S&C, sporcu
Kırmızı	Herhangi bir girdide üç SD veya bildirilen semptom	Seansı değiştirin. Bir sonraki maruziyetten önce tıbbi personele iletin.	Antrenör, S&C, tıbbi personel



Katmanlar o anda pazarlık konusu yapılırsa değersizdir. Yazın, tıbbi personelle onaylayın ve kadroyu bilgilendirin — sistem ancak o zaman bir kupa finaliyle temasa dayanır.

Beş işlenmiş vaka, beş bağlam

1 Profesyonel futbol

İkinci lig kulübü, 28 oyuncu, 10 Hz GPS. Her oyuncunun 28 günlük kronik maruziyetinin 1,5 katında bireyselleştirilmiş yüksek hızlı koşu tavanları.

Hamstring zaman kaybı düştü — ancak personel kadro değişimi ve program yoğunluğunun da değiştiği konusunda dürüsttü.

4 Para-spor

Tekerlekli sandalye basketbolu, on iki sporcu. Tekerlekli sandalye sporunda itici eklem aynı zamanda oyun eklemidir.

IMU vuruş sayıları artı haftalık omuz ağrısı ölçekleri üç vakayı yakaladı; biri subakromiyal sıkışmaydı.

2 Üniversite basketbolu

Bölüm-I oyun kurucu, her gece HRV. Üç haftada %25 düşüş; uyku, iyilik hali ve CMJ ile doğrulandı.

Kondisyon hacmi bir hafta %40 azaltıldı; HRV on günde bir SD içine döndü.

5 Taban gençlik

1.200 € bütçeyle 12–16 yaş arası yirmi oyuncu. Kağıt sRPE günlükleri, 20 göğüs bandı, bir paylaşım GPS pod.

Sezonun ilk yarısında iki oyuncu işaretlendi ve yükü azaltıldı.

3 Dayanıklılık · triatlon

16 haftalık yapılanmada ulusal yaş grubu sporcusu. Uyku verimliliği %91 → %82, HRV 56 → 47 ms, aynı seanslarda sRPE yükseliyor.

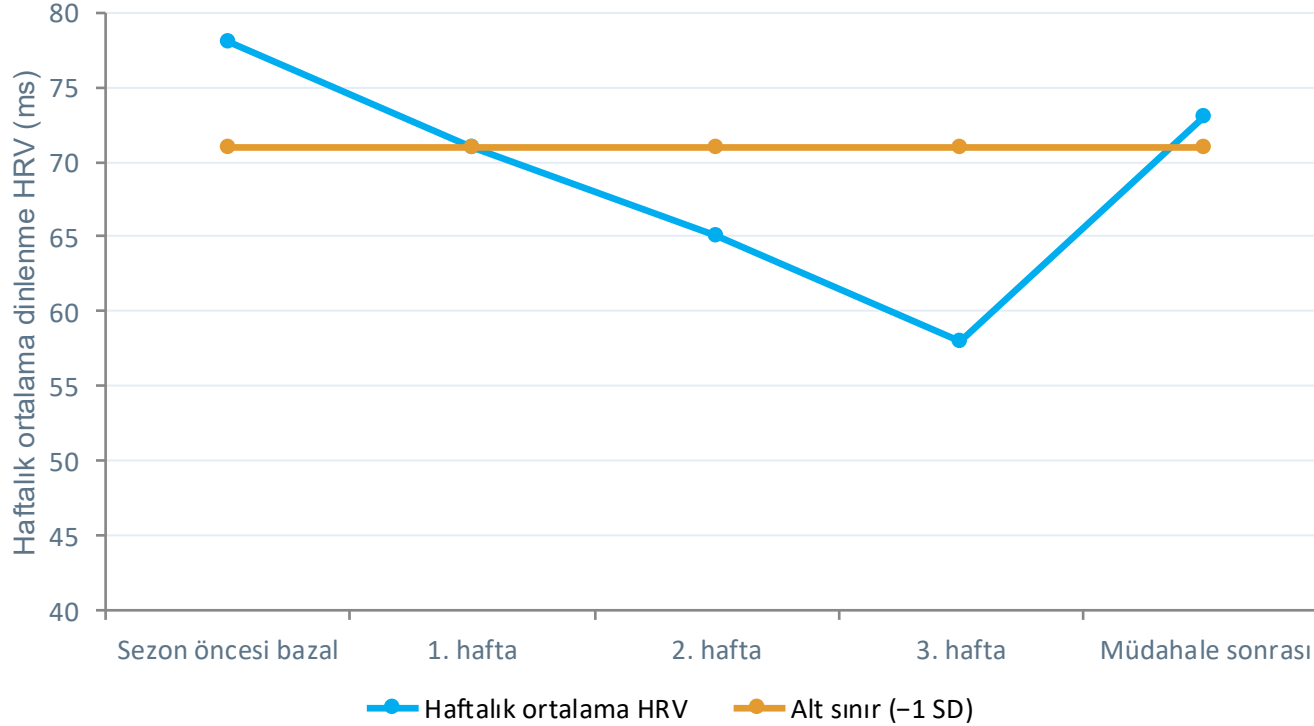
12. haftada planlanmamış 7 günlük deload; yarış performansı kişisel rekor.

Vakaların ortak yanı

Bireysel eşikler. Önceden kararlaştırılmış eylemler. Antrenörlük ve tıbbi fonksiyonlar arasında personel desteği.

Ve iç, tek sezonluk bir değerlendirmenin neyi kurup neyi kuramayacağı konusunda entelektüel dürüstlük.

Vaka odağı — HRV aşırı antrenmanı erken uyarıyor



Eş zamanlı girdiler

İyilik hali 4,2 → 3,4 · uyku verimliliği %92 → %84 · CMJ 42 → 38 cm.

Karar

Kondisyon hacmi bir hafta $\approx$ %40 azaltıldı, aktif toparlanma eklendi, uyku penceresini korumak için seyahat ayarlandı. Maç dakikalarına dokunulmadı.

Sonuç

HRV on gün içinde 73 ms'ye döndü; sezon semptomatik aşırı yüklenme olmadan tamamlandı.

3

HRV tek başına gürültü sayılıp göz ardı edilebilirdi. HRV artı uyku artı iyilik hali artı CMJ tutarlı bir resim oluşturdu — üçgenleme işte budur.

Vaka odağı — 1.200 € ile etkili yük yönetimi

1.200 €

Toplam sezon izleme bütçesi

20

Kapsanan 12–16 yaş oyuncu

60 €

Göğüs bandı HR monitörü başına

2

Sezonun ilk yarısında işaretlenip yükü azaltılan oyuncu

Ne ölçtüler

Her seans ve maç için kağıt üzerinde haftalık sRPE. Haftalık yük, monotoni ve ACWR sRPE'den hesaplandı.

Yazdıkları kural

ACWR > 1,5 veya iyilik halinde iki ardışık hafta düşüş, takip eden hafta değiştirilmiş antrenman demektir.

Dürüst çekince

Sakatlık zaman kaybı önceki sezondan düşüktü, ancak karşılaştırma gayri resmidir — kontrollü bir sonuç değil.

*

İzleme bir disiplindir, bir bütçe değil. Kullanılan en ucuz sistem, kullanılmayan en pahalı sistemden daha iyi performans gösterir.

Modül kapanışı

Refleksif soru

Erken uyarı sisteminizin kullanacağı üç girdiyi ve her katmana bağlı tam eylemi yazın. Eylemi adlandıramıyorsanız, o katman henüz yoktur.

Öz-kontrol

Bir sporcunun ACWR'si 1,6, iyilik hali ve uykusu istikrarlı. Önce ne yaparsınız — ve fikrinizi ne değiştirirdi?

Pratik etkinlik

Bir kadro için Şablon A9'u tamamlayın, ardından bir sonraki modülden önce tıbbi veya fizyoterapi temasınızla gözden geçirin.



Etkileşimli birim 4 + video eğitimi 4: eşik mantığıyla erken uyarı sistemi oluşturucu, dallanan vaka simülasyonu ve asimetri triaj alıştırması — yaklaşık 35 dakika.

Oturumu refleksif soruyla kapatın. Hiçbir şey yazmayan antrenör kursu tamamlar; bir şeyler yazan antrenör pratiğini değiştirir.

MODÜL

Antrenörlük Pratiğine Entegrasyon

Yönetişim, iletişim, değişim yönetimi, sunum yolları — ve tüm programı anlamlı kılan eser.

- Tek bir spesifik soru üzerinde Planla-Uygula-Kontrol Et-Önlem Al
- Yazılı bir veri yönetimi politikası
- 90 günlük entegrasyon planı

5

Bu modülün sonunda yapabilecekleriniz

1 Tasarlama

PDCA kullanarak kendi bağlamanız için 90 günlük giyilebilir entegrasyon planı kurmak.

2 Yönetişim

Rıza, erişim, saklama, paylaşım ve ihlal yanıtını kapsayan bir politika yazmak.

3 İletişim

Giyilebilir veriyi sporculara ve velilere yargılamayan bir çerçevelemeye iletmek.

4 Değişimi yönetme

Veri odaklı pratiğe direnen personel ve paydaşları yönetmek.

5 Yayma

Kuruluşunuz için doğru sunum yolunu seçmek ve operasyonel hale getirmek.

?

Bu modül programın en önemli tek eserini üretir. Planı yazmadan el kitabını tamamlayan antrenör içeriği öğrenmiştir; planı yazan ve uygulayan antrenör pratiği değiştirmiştir.

Planla-Uygula-Kontrol Et-Önlem Al, giyilebilir entegrasyona uygulanmış

Planla

Giyilebilir cihazların bu sezon yanıtlayanınıza yardımcı olacağı tek bir spesifik soru tanımlayın. "Oyuncuya özgü yük tavanları hamstring insidansını azaltacak mı?" Metrikleri, popülasyonu, zaman çizelgesini ve başarı kriterini belirtin.

Uygula

Önce küçük ölçekte uygulayın. Bir kohort, bir sezon. Birinci haftada tüm kuruluşa yayılma cazibesine direnin — yönetim, eğitim ve kültürel çalışma henüz yapılmadı.

Kontrol Et

Başarı kriterine göre değerlendirin. Soru yanıtlandı mı? Metrikler beklendiği gibi davrandı mı? İstenmeyen sonuçlar oldu mu — sporcu kaygısı, personel iş yükü, personel arası sürtüşme?

Önlem Al

Ölçeklendirin, ayarlayın veya durdurun. En önemli seçenek sonuncusudur: değer üretmeyen bir izleme çabasını durdurmaya istekli antrenör, bir sonraki girişim için itibar ve kaynak kazanır.

Savunulabilir bir yönetim politikasının sekiz bileşeni

Hukuki sebep

Madde 6 — rıza veya meşru çıkar.
Giyilebilir veri için genellikle rıza en temizidir.

Özel nitelikli sebep

Madde 9 — sağlık verisi için açık rıza, artı organizasyonel güvenceler.

Bilgilendirilmiş rıza

Sade dil: ne, neden, kim görür, ne kadar süre, nasıl geri çekilir. Şablon A1.

Reşit olmayanlar

16 yaş altında vasi rızası, artı sporcuya yaşa uygun açıklama.

Erişim kontrolleri

Antrenör, S&C, analist ve tıbbi personelin farklı meşru erişimi vardır. Gözlemci, menajer ve sponsorların yoktur.

Saklama

Bağıllık süresi artı tanımlı bir sonrası dönem, örneğin 24 ay. Belgeleyin ve uyun.

Üçüncü taraf paylaşımı

Federasyon, ulusal takım veya araştırma projesi — her biri kendi rızasını ve anlaşmasını gerektirir.

İhlal yanıtı

Madde 33: belirli ihlaller 72 saat içinde bildirilir. Kayıp bir dizüstü bir ihlaldir.



Sporcuların verilerine erişme, yanlışlıkları düzeltme, silme talep etme ve rızayı geri çekme hakları vardır. Bunları en baştan iş akışına inşa etmek, sonradan eklemekten çok daha kolaydır. Şablon A1, benimsenmeden önce yerel yasal inceleme gerektirir.

Sporcularla sayıları hakkında konuşmak

Bilgi iş birliğine davet eder

- "HRV'niz vücudunuzun hâlâ toparlandığını öneriyor — bugünkü seansı ayarlayalım."
- Beden sporcuya aittir; antrenör uzmanlık sağlar; veri paylaşılan kararı destekler.
- Bunu hisseden sporcular verileriyle etkileşim kurar.

Hüküm dirence davet eder

- "HRV'niz hazır olmadığınızı söylüyor."
- Olgusal içerik aynıdır. Çerçeveleme konuşmayı değiştirir.
- Yargılandığını hisseden sporcular ya sayıları manipüle eder ya da geri çekilir.

1 Takdir edin

Sporcunun çabasını ve adanmışlığını.

2 Paylaşın

Veri gözlemini sade terimlerle.

3 Bağlayın

Gözlemi karara.

4 Davet edin

Sporcunun bakış açısını.

5 Onaylayın

İleriye dönük yolu birlikte.



Sayı kaygısına dikkat edin — özellikle ergenlerde ve mükemmeliyetçiliğe yatkın sporcularda. Risk varsa sporcuya yönelik metrikleri sınırlayın ve sayılar kadar duygular hakkında da konuşun.

Çok disiplinli bir personele entegre olmak

Veri alanı	Baş antrenör	S&C antrenörü	Analist	Tıbbi
Günlük hazırlık taraması	Bilgilendirilen	Sorumlu	Danışılan	Danışılan
Haftalık yük raporu	Hesap veren	Sorumlu	Sorumlu	Bilgilendirilen
Erken uyarı bayrakları	Hesap veren	Sorumlu	Bilgilendirilen	Danışılan
Kırmızı bayrak / sevk	Bilgilendirilen	Danışılan	Bilgilendirilen	Sorumlu
Rıza ve saklama	Hesap veren	Bilgilendirilen	Danışılan	Danışılan

Başarısızlık modu 1

Veri alanını kimse sahiplenmediği için birden fazla personelin çelişkili kararlar alması.

Başarısızlık modu 2

Başka birinin sorumlu olduğu varsayıldığı için verinin analiz edilmeden durması.



Önceki haftanın izleme çıktılarına bağlanmış tanımlı gündemli haftalık bir performans toplantısı, sistemi yerleştiren şeydir. Şablon A10 başlangıç RACI yapısını verir.

Bu program için beş sunum yolu

Bireysel · ≈6 hafta

Haftada bir modül: oku, sınav, şablon indir, bir etkinlik uygula. Uygulama dahil modül başına ≈4 saat.

En uygun: bireysel antrenörler, dağınık kitleler.

Eğitmen rehberli · 2 gün

1. Gün: Modül 1–3. 2. Gün: Modül 4–5 artı capstone atölyesi. 12–24 kişilik kohortlar.

En uygun: federasyonlar, NSGB'ler, kulüp personeli eğitim günleri.

Harmanlanmış · 4 hafta

Haftada 3 saat asenkron artı 2 saat canlı oturum. Modül 1–2 birinci haftada birleştirilir.

En uygun: üniversite antrenör eğitimi, federasyon CPD parkurları.

Mikro-öğrenme · 30 gün

Mobil uygulamada günde bir 10 dakikalık birim: bir kavram, bir soru, bir mikro-egzersiz.

En uygun: zaman baskısı altındaki antrenörler, düşük taahhülle kitlesel yayılım.

Eğitici eğitimi · 3 gün

1. Gün içerik uzmanlığı, 2. Gün yetişkin öğrenme kolaylaştırma, 3. Gün geri bildirimle uygulama öğretimi.

En uygun: federasyonlar ve ulusal bağlamlarda ölçeklendirme.

Aralarında seçim

Bireysel ve dağınık → bireysel veya mikro-öğrenme. Kolaylaştırıcı kapasiteli kohort → eğitmen rehberli veya harmanlanmış. Programın kendisini ölçeklemek → önce eğitici eğitimine yatırım.

Capstone — 90 günlük entegrasyon planı

Bağlam analizi

Spor, seviye, sporcu sayısı, mevcut pratik, kaynaklar, personel yapısı.

PDCA sorusu

Giyilebilir cihazların bu sezon yanıtlayacağı tek bir spesifik soru.

Metrik seçimi

Adlandırılmış bir sporcu için kişiselleştirilmiş eşiklerle 3–5 metrik.

Yönetişim

Rıza, erişim ve saklamayı kapsayan kısa bir bildiri.

İletişim planı

Sporcuların — ve uygunsa velilerin — nasıl bilgilendirileceği.

Başarı kriterleri

30., 60. ve 90. günde başarının neye benzediği.

İnceleme noktaları

Dürüst inceleme için önceden takvime alınmış tarihler.

Durdurma koşulları

Sizi planı durdurmaya veya esaslı biçimde değiştirmeye ne yöneltirdi.



Eğitmen rehberli ortamlarda planlar kohort içinde akran değerlendirmesinden geçer. Bireysel ortamlarda Ek C'deki rubrik dürüst öz-değerlendirmeyi destekler.

Modül kapanışı

Refleksif soru

Modül 1'de yazdığınız nota dönün. Adlandırdığınız cihaz hâlâ yanında yazdığınız antrenörlük sorusunu yanıtlıyor mu? Yanıtlamıyorsa bunu planınızda belirtin.

Öz-kontrol

Hangi durdurma koşulunu yazmakta en çok zorlanırdınız — ve bu isteksizlik size ne anlatıyor?

Capstone

Şablon A5'i tamamlayın. Bir sonraki kohort oturumuna getirin veya iki hafta içinde Ek C rubriğine göre öz-değerlendirin.



Etkileşimli birim 5 + video eğitimi 5: dışa aktarılabilir özetli rehberli 90 günlük plan oluşturucu, yönetim öz-denetimi ve olumsuz haber konuşma simülasyonu — yaklaşık 40 dakika.

Oturumu refleksif soruyla kapatın. Hiçbir şey yazmayan antrenör kursu tamamlar; bir şeyler yazan antrenör pratiğini değiştirir.

Buradan sonrası

Program, bugün pazarda olan cihazları aşacak şekilde tasarlanmıştır. Sensörler iyileşecek, panolar yeniden tasarlanacak, algoritmalar revize edilecek. Kalıcı yetkinlik antrenörünüktür.

- 1 Giyilebilir Teknolojiler Öz-Değerlendirme Araç Seti'ni (D2.3) tamamlayın.
- 2 Oturumlar arasında etkileşimli e-öğrenme birimlerini ve video eğitimlerini kullanın; mobil uygulama (D2.4) ardından gelir.
- 3 90 günlük entegrasyon planınızı yazın ve uygulayın — pratiği değiştiren eser budur.
- 4 Konsorsiyuma geri bildirim gönderin; pilot aşama (D2.5) bu materyalleri iyileřtirir.



Co-funded by
the European Union



Spor Antrenörlüğünde Giyilebilir Teknolojilerde Öncülük

Wellnist Academy

Focus Coaching Academy

Vidisport

Oslo Orcas (ORCAS IF)



**Co-funded by
the European Union**

Avrupa Birliğı tarafından finanse edilmektedir. Ancak ifade edilen görüş ve düşünceler yalnızca yazar(lar)a aittir ve AvrupaBirliğı'nin veya Avrupa Eğitim ve Kültür Yürütme Ajansı'nın (EACEA) görüşlerini yansıtmak zorunda değildir. Ne Avrupa Birliğı ne de EACEA bunlardan sorumlu tutulabilir.



WearCoach

Interactive E-Learning Module



**Leading the
Way in
Wearable
Technologies
for Sports
Coaching**



Co-funded by
the European Union

<https://wearcoach.sports4.eu/>



WearCoach

Leading the Way in Wearable Technologies for Sports Coaching

Wellnist*



ORCAS IF



Co-funded by
the European Union

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.