

**С.А.Абилдабеков, Е.Ә.Битабаров\*, Н.Қ.Ерепбаев, А.А.Жұманазарова, Д.А.Ботаев**  
PhD, қауымдастырылған профессор, Өзбекәлі Жәнібеков атындағы ОҚМУ, Шымкент, Қазақстан  
п.ғ.к., Өзбекәлі Жәнібеков атындағы ОҚМУ, Шымкент, Қазақстан  
п.ғ.к., Жұмабек Ташенов атындағы университет, Шымкент, Қазақстан  
аға оқытушы, М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан  
аға оқытушы, Өзбекәлі Жәнібеков атындағы ОҚМУ, Шымкент, Қазақстан  
**\*Корреспондент авторы:** [kilibaevadilbek@gmail.com](mailto:kilibaevadilbek@gmail.com)

## **ЖАРАҚАТТАРДЫ БОЛЖАУ: ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТТІҢ СТУДЕНТ-СПОРТШЫЛАРДАҒЫ ЖАРАҚАТТАРДЫҢ АЛДЫН АЛУДАҒЫ МҮМКІНДІКТЕРІ**

### **Түйін**

Бұл мақалада жоғары оқу орнының спортшы-студенттері арасындағы жарақаттануды алдын алудың заманауи технологиялық әдісі ретінде жасанды интеллект (ЖИ) негізіндегі предиктивті модельдердің қолданылуы қарастырылады. Зерттеудің мақсаты – жарақат тәуекелін болжаудың теориялық негіздерін түсіндіру және жаттықтырушы-оқытушыларға бұл әдістемені тәжірибеде енгізу үшін практикалық нұсқаулық ұсыну. Автор ЖИ-тің жарақатты болжау үдерісіндегі үш негізгі кезеңін сипаттайды: көпфакторлы деректерді жинақтау, тәуекел моделін құру және алдын алу шараларын ұсыну. Мақалада жарақат алдындағы негізгі белгілер (жүктеме мен қалпына келу арақатынасының бұзылуы, биомеханикалық өзгерістер, физиологиялық стрестер) талданады. Жаттықтырушының нақты әрекеттер алгоритмі (ескертуді алу, тексеру, түзету, бақылау) және этикалық аспектілер ұсынылады. Нәтиже ретінде ЖИ-тің реактивті (емдеу) тәсілден превентивті (алдын алу) тәсілге көшуге, соның ішінде жоғары оқу орнының ресурстары шектеулі жағдайында, қалай мүмкіндік беретіні көрсетіледі.

**Кілттік сөздер:** жасанды интеллект, жарақатты болжау, предиктивті талдау, студент-спортшы, спорттық жарақаттар, жаттығу жүктемесі, мониторинг, алдын алу, тәуекел факторлары, биомеханика.

### **Кіріспе**

Студенттік спорт – бұл жоғары спорттық нәтижелер мен академиялық қызметті үйлестіру қиындығымен сипатталатын бірегей сала. Жарақаттану осы үдерістің ең көп қауіп төндіретін тосқауылдарының бірі болып табылады. Ол студент-спортшының білім алуын үзуді, спорттық шеберлігінен айырылуды, сондай-ақ ұзақ мерзімді денсаулық проблемаларын тудыруы мүмкін. Дәстүрлі тәсіл жарақатқа дейінгі емдеуге (профилактикаға) және жарақаттан кейінгі реабилитацияға (реакцияға) негізделген. Алайда, медициналық мекемеге жүгіну жарақат орын алғаннан кейін ғана іске асады.

Қазіргі уақытта жарақаттануды бақылаудың жаңа парадигмасы – бұл предиктивті медицина, яғни патологияның пайда болуын алдын ала болжау және оны болдырмау. Бұл салада жасанды интеллект (ЖИ) аса тиімді құралға айналуда. ЖИ көптеген деректерді талдап, адамның назарынан тыс қалатын күрделі үлгілер мен корреляцияларды анықтай алады. Бұл мақаланың мақсаты – жоғары оқу орнының жағдайында ЖИ негізіндегі жарақатты болжау жүйелерінің қалай жұмыс істейтінін, оларды оқу-жаттығу үдерісіне қалай біріктіруге болатынын және мұндай технологияны енгізуге байланысты педагогикалық және этикалық мәселелерді түсіндіру.

### *Жарақатты болжау: ЖИ-тің жұмыс принципі*

ЖИ-жүйе жарақатты болжауды медициналық диагноз қою сияқты емес, ықтималдықты бағалау ретінде қарастырады. Ол «бұл студент тамыр жарасына шалдығады» деп емес, «келесі 10-14 күн ішінде оның артқы саңылау буынының (ПКС) созылуына ұшырау тәуекелі 72% құрайды» деген сияқты болжам жасайды. Бұл үдеріс үш кезеңнен тұрады.

Факторлар тобы	Нақты өлшемдер (метрикалар)	Тәуекелге әсер ету механизмі
Жүктеме	Апталық жүктеме өсімі (>10%), соққы жүктемесінің максимумы, жұмыс көлемі.	Тітіркенуді жинақтау, буын-байлам мен бұлшықеттердің шаршауы.
Қалпына келу	HRV төмендеуі, ұйқының бұзылуы, жоғары базалық ЖСЖ.	Организмнің резервтерінің таусылуы, иммунитеттің әлсіреуі, регенерацияның баяулауы.
Биомеханика	Техниканың бұзылуы, буын бұрыштарының шектік мәндерден ауытқуы, асимметрия.	Дене бөліктеріне дұрыс емес механикалық жүктеменің түсуі, әлсіз буындардың шамадан тыс жүктелуі.
Анамнез	Алдыңғы жарақаттар, жарақаттың түрі мен мерзімі.	Толық қалпына келмеген тіндердің әлсіздігі, компенсациялық қозғалыс үлгілерінің пайда болуы.

Кесте 1. Жарақат тәуекелін бағалаудағы негізгі факторлардың ЖИ арқылы мониторингі

### 1. Көп факторлы деректер көздерін жинақтау және интеграциялау

Модельдің дәлдігі оны қоректендіретін деректердің саны мен сапасына байланысты.

#### Негізгі

деректер көздері:

Жаттығу жүктемесі деректері: GPS-трекерлер (жылдамдық, қашықтық, жеделдету), акселерометрлер (соққы күші), ішкі жүктеме мониторлары (RPE, TRIMP). Тәуекелдің маңызды факторы – жүктеме көлемінің күрт өзгеруі.

Қалпына келудің объективті көрсеткіштері: Жүрек соғысының өзгергіштігі (HRV), ұйқының сапасы мен ұзақтығы (актиграфия арқылы), базалық жүрек соғысының жиілігі. Төмен HRV жәсі бұзылған ұйқы организмнің жеткіліксіз қалпына келгенін білдіреді.

Биомеханикалық деректер: Бейнеаналитика және датчиктер арқылы анықталатын қозғалыс үлгісіндегі өзгерістер (мысалы, тізе буынының иілу бұрышының азаюы, табанның тым көп пронациясы, дене симметриясының бұзылуы) (1-сурет).

Медициналық анамнез: Алдыңғы жарақаттар, оңалтудың толықтығы, созылмалы аурулар.

Субъективті сұрақтар: Студенттің өзіндік сезімі (шаршау, ауырсыну, жалпы әлсіздік), Стэнфордтық ұйқы сапасы сұрақнамасы сияқты сұрақтар.

### 2. Предиктивті модельді құру және тәуекелді бағалау

Жинақталған деректерді ЖИ өңдеу кезінде:

Тарихи талдау: Жарақат алдындағы кезеңдегі жүктеме мен қалпына келу деректерінің үлгілерін анықтайды.

Модельді оқыту: Ондаған немесе жүздеген спортшылардың (соның ішінде жарақат алғандар мен алмағандардың) анонимді деректері негізінде алгоритм жарақатқа әкелетін факторлардың күрделі комбинациясын үйренеді.

Болажам жасау: Ағымдағы студенттің деректерін осы үйренген модельге салыстыра отырып, жарақаттың ықтималдығын пайызбен немесе тәуекел деңгейімен (төмен, орта, жоғары) есептейді.

### *3. Шешім қабылдауға көмек ретінде нәтижелерді ұсыну*

Жүйе түйінді сұраққа жауап береді: «Қазір қандай іс-әрекет қажет?». Ол тәуекел деңгейіне байланысты ұсыныстар жасайды:

Тәуекел **ТӨМЕН**: Жоспарды жалғастыру.

Тәуекел **ОРТА**: Жаттығу көлемін 20% азайту, қалпына келу процедураларын күшейту, бақылауды жиілету.

Тәуекел **ЖОҒАРЫ**: Жаттығудың түрін өзгерту (мысалы, жоғары соққылы жаттығуларды төменгі соққылылармен ауыстыру), арнайы профилактикалық жаттығуларды енгізу, медициналық тексеруден өткізу.

*Жаттықтырушы-оқытушы үшін практикалық нұсқаулық*

ЖИ тек хабарлама бере алады, шешім қабылдау және іс-әрекет – адамның міндеті. Жаттықтырушы үшін әрекеттер алгоритмі.

1-қадам: ЕСКЕРТУДІ АЛУ. Жүйеден тәуекел туралы хабарлама алу (мысалы: «Студент А.: ПКС тәуекелі 65%. Себептері: HRV 15% төмендеді, сол аяқтағы қадам жиілігінің асимметриясы 8%-ға өсті»).

2-қадам: ЖЕКЕ БАҚЫЛАУ ЖӘНЕ ТЕКСЕРУ. Алгоритмнің қорытындысын субъективті бақылаумен тексеру:

Сұхбат: Студенттің өзін-өзі сезімі қалай? Ауырсыну, қатты шаршау бар ма?

Функционалдық скрининг: Қарапайым тесттер (мысалы, бір аяқпен секіру, присед) арқылы ауытқуларды тексеру.

Ынтымақтастық: Спорт дәрігерімен немесе физиотерапевтпен консультация.

3-қадам: ЖОСПАРДЫ ТҮЗЕТУ. Алынған ақпарат негізінде нақты түзетулер енгізу:

Жүктемені өзгерту: Жоғары тәуекелді жаттығуларды уақытша алып тастау.

Профилактиканы енгізу: Нейромышечты жаттығулар, тепе-теңдік жаттығулары, мобильділікті жақсарту.

Қалпына келуге назар аудару: Ұйқы режимін, тамақтануды қадағалау.

4-қадам: БАҚЫЛАУДЫ ЖАЛҒАСТЫРУ. Түзетулердің тиімділігін ЖИ-мониторинг арқылы бақылау. Тәуекел деңгейі төмендегенше жағдайды қадағалау.

*Этикалық және ұйымдастырушылық аспектілер*

Деректердің құпиялылығы: Студенттердің медициналық деректері қорғалатын ақпарат болып табылады. Оларды жинау және өңдеу тек келісім негізінде және анонимделген/жинақталған түрде жүзеге асырылуы тиіс.

Психологиялық фактор: Студентке тәуекел туралы ақпаратты дұрыс түсіндіру керек, оны «диагноз» емес, «дамыту мүмкіндігі» ретінде ұсыну керек. Мақсат – қорқыныш тудыру емес, жауапкершілік пен сауаттылықты арттыру.

Құрал-жабдықтар мен біліктілік: Толық кешенді жүйені енгізу қымбат. Бастапқы кезеңде қолжетімді датчиктерді (акселерометрі бар смарт-сағаттар) және бейнеаналитика қосымшаларын пайдалануға болады. Жаттықтырушыларға деректерді түсіну бойынша қосымша оқу қажет.

#### **Қорытынды**

Жасанды интеллект жоғары оқу орнының спортшы-студенттерін жарақаттан сақтаудың революциялық мүмкіндігін ашады. Ол жарақаттануды түсіндіруді «неге ол орын алды?» деген сұрақтан «оны қалай болдырмауға болады еді?» деген сұраққа ауыстырады. ЖИ жаттықтырушыны тамаша деректермен қамтамасыз етіп, оған уақтылы, негізделген және индивидуалдандырылған шешімдер қабылдауға мүмкіндік береді.

Бұл технология жарақаттарды 100% болдырмайды, бірақ олардың ықтималдығын айтарлықтай төмендетеді. Оның тиімділігі ақпаратты қалай қолдануға байланысты: ЖИ дәлелдемелер жинайды, ал тәжірибелі жаттықтырушы сол дәлелдемелерді даналықпен пайдаланып, студенттің денсаулығы мен карьерасын сақтайды. Жоғары оқу орнының білім

беру ортасы ретінде осындай технологияларды зерттеу және енгізу студенттердің денсаулығын сақтау мен спорттық нәтижелерін арттыруда маңызды қадам болып табылады.

### Әдебиеттер тізімі

1. Bahr, R. Why screening tests to predict injury do not work—and probably never will...: a critical review. *British Journal of Sports Medicine*, 2016, 50(13), 776-780. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096256>
2. Claudino, J. G., et al. Current approaches to the use of artificial intelligence for injury risk assessment and performance prediction in team sports: a systematic review. *Sports Medicine - Open*, 2019, 5(1), 28. <https://doi.org/10.1186/s40798-019-0202-3>
3. Rossi, A., et al. Effective injury forecasting in soccer with GPS training data and machine learning. *PLOS ONE*, 2018, 13(7), e0201264. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201264>
4. Gabbett, T. J. The training—injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder? *British Journal of Sports Medicine*, 2016, 50(5), 273-280. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095788>
5. Araújo, Duarte, author.; Couceiro, Micael, author.; Seifert, Ludovic, author.; Sarmiento, Hugo, author.; Davids, K. (Keith), *Artificial Intelligence in Sport Performance Analysis*. Routledge. 2020, P.196
6. Van Eetvelde, H., et al. Machine learning methods in sport injury prediction and prevention: a systematic review. *Journal of Experimental Orthopaedics*, 2021, 8(1), 27. <https://doi.org/10.1186/s40634-021-00346-8>
7. Wundersitz, D. W., et al. Validation of a trunk-mounted accelerometer to measure peak impacts during team sport movements. *International Journal of Sports Medicine*, 2015, 36(09), 742-746. <https://doi.org/10.1055/s-0034-1398571>
8. Қазақстан Республикасы Денсаулық сақтау министрлігі. Спорттық медицина және денсаулықты нығайту саласындағы басымдықтар. <https://www.gov.kz/memleket/entities/dsm/search/?contentType=&searchText=%D0%A1%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82%D1%82%D1%8B%D2%9B+%D0%BC%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D1%86%D0%B8%D0%BD%D0%B0+%D0%B6%D3%99%D0%BD%D0%B5+%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%81%D0%B0%D1%83%D0%BB%D1%8B%D2%9B%D1%82%D1%8B+%D0%BD%D1%8B%D2%93%D0%B0%D0%B9%D1%82%D1%83+%D1%81%D0%B0%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%8B%D0%BD%D0%B4%D0%B0%D2%93%D1%8B+%D0%B1%D0%B0%D1%81%D1%8B%D0%BC%D0%B4%D1%8B%D2%9B%D1%82%D0%B0%D1%80&slug=dsm&lang=kk>, 2020
9. Сейсенбаев, А. Р., & Тайманов, М. Т. Студенттік спорттағы жарақаттануды алдын алу: дәстүрлер мен инновациялар. *Жас ғалым*, 2021, 4(78), 45-51.
10. Malone, S., et al. Unpacking the Black Box: Applications and Considerations for Using GPS Devices in Sport. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2017, 12(Suppl 2), S2-18-S2-26. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0236>

### References

1. Bahr, R. Why screening tests to predict injury do not work—and probably never will...: a critical review. *British Journal of Sports Medicine*, 2016, 50(13), 776-780. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096256>
2. Claudino, J. G., et al. Current approaches to the use of artificial intelligence for injury risk assessment and performance prediction in team sports: a systematic review. *Sports Medicine - Open*, 2019, 5(1), 28. <https://doi.org/10.1186/s40798-019-0202-3>
3. Rossi, A., et al. Effective injury forecasting in soccer with GPS training data and machine learning. *PLOS ONE*, 2018, 13(7), e0201264. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201264>
4. Gabbett, T. J. The training—injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder? *British Journal of Sports Medicine*, 2016, 50(5), 273-280. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095788>

5. Araújo, Duarte, author.; Couceiro, Micael, author.; Seifert, Ludovic, author.; Sarmiento, Hugo, author.; Davids, K. (Keith), *Artificial Intelligence in Sport Performance Analysis*. Routledge. 2020, P.196
6. Van Eetvelde, H., et al. Machine learning methods in sport injury prediction and prevention: a systematic review. *Journal of Experimental Orthopaedics*, 2021, 8(1), 27.  
<https://doi.org/10.1186/s40634-021-00346-8>
7. Wundersitz, D. W., et al. (2015). Validation of a trunk-mounted accelerometer to measure peak impacts during team sport movements. *International Journal of Sports Medicine*, 36(09), 742-746.  
<https://doi.org/10.1055/s-0034-1398571>
8. Qazaqstan Respublikasy Densaulıyq saqtau ministrlıgı. Sportyq medisina jäne densaulıyqıt nyğaitu salasındağy basymdyqtar  
<https://www.gov.kz/memleket/entities/dsm/search/1?contentType=&searchText=%D0%A1%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82%D1%82%D1%8B%D2%9B+%D0%BC%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D1%86%D0%B8%D0%BD%D0%B0+%D0%B6%D3%99%D0%BD%D0%B5+%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%81%D0%B0%D1%83%D0%BB%D1%8B%D2%9B%D1%82%D1%8B+%D0%BD%D1%8B%D2%93%D0%B0%D0%B9%D1%82%D1%83+%D1%81%D0%B0%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%8B%D0%BD%D0%B4%D0%B0%D2%93%D1%8B+%D0%B1%D0%B0%D1%81%D1%8B%D0%BC%D0%B4%D1%8B%D2%9B%D1%82%D0%B0%D1%80&slug=dsm&lang=kk>, 2020
9. Seisenbaev, A. R., & Taimanov, M. T. Studenttik sportağy jaraqattanudy aldın alu: dästürler men innovasiar. *Jas ğalym*, 2021, 4(78), 45-51
10. Malone, S., et al. (2017). Unpacking the Black Box: Applications and Considerations for Using GPS Devices in Sport. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(Suppl 2), S2-18-S2-26. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2016-0236>

**С.А.Абилдабеков, Е.А.Битабаров, Н.К.Ерепчаев, А.А.Жуманазарова, Д.А.Ботаев**  
PhD, ассоциированный профессор, [abilda007@mail.ru](mailto:abilda007@mail.ru), ЮКПУ имени О. Жанибекова, Шымкент, Казахстан.

\* к.п.н., [bitabarov.yermek@okmpu.kz](mailto:bitabarov.yermek@okmpu.kz), ЮКПУ имени О. Жанибекова, Шымкент, Казахстан.  
к.п.н., [nurlan.y22@bk.ru](mailto:nurlan.y22@bk.ru), Университет имени Ж. Ташенова, Шымкент, Казахстан.

старший преподаватель, [Akerke1995kz@mail.ru](mailto:Akerke1995kz@mail.ru), Южно-Казахстанский университет имени М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан.

старший преподаватель, [d.botayev03@mail.ru](mailto:d.botayev03@mail.ru), ЮКПУ имени О.Жанибекова, Шымкент, Казахстан.

## **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТРАВМ: ВОЗМОЖНОСТИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРЕДОТВРАЩЕНИИ ТРАВМ У СТУДЕНТОВ-СПОРТСМЕНОВ**

### **Аннотация**

В статье рассматривается применение предиктивных моделей на основе искусственного интеллекта (ИИ) как современного технологического метода профилактики травматизма среди студентов-спортсменов высших учебных заведений. Цель исследования заключается в объяснении теоретических основ прогнозирования риска травм и предоставлении практических рекомендаций для тренеров-преподавателей по внедрению данной методики в тренировочный процесс. Автор описывает три ключевых этапа использования ИИ в процессе прогнозирования травм: сбор многофакторных данных, построение модели риска и разработка профилактических мер. В статье анализируются основные предикторы травматизма, включая дисбаланс между нагрузкой и восстановлением, биомеханические изменения и физиологический стресс. Предложен алгоритм действий тренера, включающий получение предупреждения, проверку данных, корректировку тренировочного процесса и последующий контроль. Также рассмотрены этические аспекты использования ИИ в спортивной подготовке. В результате показано, что применение ИИ позволяет перейти от реактивного (лечебного) подхода к превентивному (профилактическому), что особенно важно в условиях ограниченных ресурсов высших учебных заведений.

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, прогнозирование травм, предиктивный анализ, студент-спортсмен, спортивные травмы, тренировочная нагрузка, мониторинг, профилактика, факторы риска, биомеханика.

**S.A.Abildabekov, Y.A.Bitabarov, N.K.Yerepbaev, A.A.Zhumanazarov, D.A.Botaev**

PhD, Associate Professor, [abilda007@mail.ru](mailto:abilda007@mail.ru), SKPU named after O.Zhanibekov, Shymkent, Kazakhstan

Cand.Ped.Sci., [bitabarov.yermek@okmpu.kz](mailto:bitabarov.yermek@okmpu.kz), SKPU named after O.Zhanibekov, Shymkent, Kazakhstan

Cand.Ped.Sci., [nurlan.y22@bk.ru](mailto:nurlan.y22@bk.ru), Tashenev University, Shymkent, Kazakhstan

Senior lecturer, [Akerke1995kz@mail.ru](mailto:Akerke1995kz@mail.ru), M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

Senior lecturer, [d.botayev03@mail.ru](mailto:d.botayev03@mail.ru), SKPU named after O.Zhanibekov, Shymkent, Kazakhstan

## **INJURY PREDICTION: THE POTENTIAL OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN PREVENTING INJURIES AMONG STUDENT-ATHLETES**

### **Abstract**

The article examines the application of predictive models based on artificial intelligence (AI) as a modern technological approach to injury prevention among student-athletes in higher education institutions. The study aims to explain the theoretical foundations of injury risk prediction and to provide practical guidelines for coaches and instructors on implementing this methodology in the training process. The author identifies three key stages of AI application in injury prediction: multifactor data collection, risk model development, and the design of preventive measures. The paper analyzes the main predictors of injuries, including imbalance between training load and recovery, biomechanical changes, and physiological stress. An algorithm of actions for coaches is proposed, including receiving alerts, verifying data, adjusting training programs, and monitoring outcomes. Ethical aspects of AI use in sports training are also considered. The results demonstrate that AI enables a transition from a reactive (treatment-based) approach to a preventive one, which is particularly important in conditions of limited resources in higher education institutions.

**Keywords:** artificial intelligence, injury prediction, predictive analytics, student-athlete, sports injuries, training load, monitoring, prevention, risk factors, biomechanics