

БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ

Институт по Информационни и Комуникационни Технологии

ИНТЕЛИГЕНТНИ МЕТОДИ ЗА АНАЛИЗ НА РЕХАБИЛИТАЦИОННИ ПРОЦЕСИ

ДИСЕРТАЦИЯ

За присъждане на образователна и научна степен
“ДОКТОР”

Научна област: 02.00.00. Технически науки

Професионално направление: 5.2. Електротехника, електроника и автоматика

Докторантска програма: 02.21.10. „Приложение на принципите и методите на кибернетиката в различни области на науката (техническа, медицинска, биокибернетика, правна и др.)”

Бистра Юлиянова Захариева

Научен ръководител

проф., д. н. Любка Атанасова Дуковска

София

2018

СЪДЪРЖАНИЕ

Увод	4
Глава 1. Обзор на интелигентните методи за анализ на сложни процеси	8
1.1. Компютърна интелигентност	14
1.2. Основни подходи в компютърната интелигентност	14
1.3. Интелигентни системи	16
1.4. Математически подходи за моделиране на биологични и медицински процеси	17
1.5. Въведение в теорията на обобщените мрежи	18
1.5.1. Дефиниция на преход и обобщена мрежа	21
1.5.2. Методология на изграждане на обобщена мрежа	27
1.5.3. Определяне на статичната структура на моделирания процес	27
1.5.4. Отразяване на динамиката на моделирания процес	28
1.5.5. Модификации на обобщените мрежи	29
1.6. Интуиционистки размити множества	32
1.6.1. Дефиниция на ИРМ	32
1.7. Индексирани матрици	33
1.8. Метод на интеркритериалния анализ	34
Глава 2. Анализ на рехабилитационни процеси при анкилозиращ спондилоартрит и хронично дегенеративно заболяване на коленната става	38
2.1. Анкилозиращ спондилоартрит – болест на Бехтерев	38
2.1.1. Епидемиология. Социална значимост	38
2.1.2. Същност	39
2.1.3. Етиология	39
2.1.4. Патоморфология	40
2.1.5. Клинична картина	40
2.1.6. Форми	41
2.1.7. Диагноза	42
2.1.8. Изследвания	43

2.1.8.1. Инструментални изследвания	43
2.1.8.2. Лабораторни изследвания	44
2.1.8.3. Физикални изследвания	45
2.1.9. Лечение	45
2.1.10. Кинезитерапия при болестта на Бехтерев	46
2.1.10.1. Мускулна релаксация при болестта на Бехтерев	47
2.1.10.2. Мекотъканни техники при болестта на Бехтерев	48
2.1.10.3. Масаж на пациенти с болестта на Бехтерев	51
2.1.10.4. Физикална терапия при пациенти с болестта на Бехтерев	52
2.2. Хронично дегенеративно заболяване на коленната става – Гонартроза	54
2.2.1. Етиология, клинична картина при гонартроза	55
2.2.2. Етиология	56
2.2.3. Патологоанатомични промени	56
2.2.4. Симптоми на гонартроза	56
2.2.5. Образни изследвания	57
2.2.6. Лечение	57
2.2.6.1. Медикаментозно лечение	57
2.2.6.2. Консервативно лечение	57
2.2.6.3. Оперативно лечение	58
2.2.7. Физикална терапия	59
2.2.7.1. Ставна мобилизация	60
2.2.7.2. Мобилизация на периферни нерви	63
2.2.7.3. Методи за изследване	64
2.2.7.4. Кинезитерапия	65
2.2.7.5. Методика на кинезитерапия	66
Глава 3. Експериментални резултати от прилагането на интелигентните методи за анализ на рехабилитационни процеси	67
3.1. Прилагане на интеркритериален анализ при пациенти с анкилозиращ спондилоартрит – болест на Бехтерев	67
3.1.1. Стандартизиран тест за изследване – Health Survey Form (SF-36)	67

3.1.1.1. Методика на кинезитерапевтична програма при контролната група	69
3.1.1.2. Методика на кинезитерапевтична програма при експерименталната група	72
3.1.2. Специализирана кинезитерапевтична методика с акцент на двигателния компонент	76
3.2. Прилагане на интеркритериалния анализ при пациенти с хронично дегенеративно заболяване на коленната става – гонартроза	82
3.2.1. Задачи на кинезитерапевтичната програма	82
3.2.2. Схема на кинезитерапия при пациенти с гонартроза	83
3.3. Прилагане на апарата на обобщените мрежи при пациенти с мускулно скелетни оплаквания	88
3.4. Прилагане на апарата на обобщените мрежи при пациенти с счупвания в проксималната част на раменната кост	100
Глава 4. Етични норми при прилагане на интелигентни методи за анализ на рехабилитационни процеси	111
4.1. Въведение	111
4.2. Теорията	112
4.3. Практиката	116
4.4. Моралът	119
4.5. Заключение и предложение de lege feranda	126
Заключение	128
Резюме на получените резултати	131
Насоки за бъдещи изследвания	132
Публикации по темата на дисертационния труд	132
Декларация за оригиналност на резултатите	133
Библиография	134

УВОД

Разработването на нови, високоефективни интелигентни методи за анализ на рехабилитационни процеси, които да притежават оптимални статистически характеристики е актуален научен проблем. Актуалността на проблема се обуславя от съвременните тенденции на навлизане на технически и технологични методи в медицината и в частност на нарастващото значение на рехабилитационните техники за подобряване на качеството на живот на пациенти с неврологични оплаквания. Тези тенденции се изразяват в стремежа на изследователите да използват най-новите постижения в областта на проектирането на високо ефективни, но сложни алгоритми за обработка на данни, получени от наблюдението на пациенти в болнична среда. Съвременните интелигентни методи изискват обработката на големи потоци данни, като използват цялата достъпна информация за наблюдаваната клинична картина.

През последните години все по-широко приложение намират интелигентните методи за анализ и моделиране на биологични и медицински процеси, при които се извлича полезна информация, чрез прилагане на математически подходи, както и на методи от сферата на „изкуствения интелект”. Всеки реален процес фактически представлява съвкупност от отделни подпроцеси, които протичат паралелно във времето. Това до голяма степен затруднява разкриването на закономерностите при функционирането на дадена биологична система. Използването на математически средства за моделиране сред които апарата на Обобщените мрежи (ОМ), се доказва на практика като адекватен и коректен метод за решаване на сложни и важни задачи при рехабилитационните процеси. Настоящият дисертационен труд анализира и оценява резултатите от приложението на тези методи и на тази основа извежда изводи с теоретична практическа значимост.

Друг подход, предмет на изследване от дисертационния труд – интеркритериалния анализ, експлоатира два математически формализма,

дефинирани от Красимир Атанасов¹: алгебричният апарат на индексирани матрици (ИМ), когато се налага прилагането на алгебрични операции над матрици с различни размерности и интуиционистките размити множества² (ИРМ) като математически инструмент за третиране на неопределеността. Целта е от матрицата, която съдържа данните за измерванията или оценките на m на брой оценявани обекти по n на брой оценяващи критерия, в резултат от подвойкови сравнения по обекти и по критерии да се получи нова матрица с размери $n \times n$, която задаваща във вид на интуиционистки размити двойки корелациите между всеки два критерия, и дава съответно и наименованието – „интеркритериален анализ”. Достатъчно висока корелация между посочен от лицето, което взема решение (ЛВР), „неблагоприятен“ критерий с „благоприятен“ критерий има, когато съответната на тези два критерия (по ред и стълб) стойност в матрицата е по-висока от предварително дефиниран праг за интуиционистки размита принадлежност и по-ниска от предварително дефиниран праг за интуиционистки размита непринадлежност (праговете са числа в интервала $[0, 1]$).

ИРМ се използват за подвойковите сравнения и оценки на поведението на обектите по критерии, както и за определяне на стойностите на праговете на корелация между критериите и праговете на допустима грешка, които са необходими в процеса на вземане на решение.

ИМ са основен инструмент на метода, тъй като с тяхна помощ се описват както входните масиви със стойностите на множеството обекти спрямо множеството критерии, така и изходните матрици с изчислените степени на корелация между всяка двойка критерии. Изследванията в областта на операциите над ИМ също могат да се отразят и в разширяване на възможностите и производителността на алгоритмите, заложи в метода за интеркритериален анализ.

Предлаганият подход изчислява степените на корелация между всички възможни двойки от критерии, което означава, че могат да се открият както вече

¹ Красимир Атанасов е чл.-кор. проф. дтн, дмн в ИБФБМИ-БАН

² Над 4000 статии на специалисти от над 40 страни

известни в литературата и установени по други начини зависимости, така и да се открият напълно нови, неизвестни до момента зависимости, а оттам и да се генерира напълно ново научно знание, както и да се проектира неговата полезност.

В настоящия дисертационен труд са постигнати оригинални резултати, свързани с изследвания на съвременните парадигми от областта на интелигентните системи, като се ползват аналитични и експериментални модели.

Основен акцент в работа по дисертационния труд бе анализът на значителното многообразие на изследвания и съществуващи методи, които трябваше да определят целесъобразните подходи, методи и алгоритми, които да бъдат тествани върху определени класове обекти. Основните усилия за постигане на търсените резултати бяха насочени към различни елементи на цялостната процедура по диагностика на рехабилитационни процеси – сравнителен анализ, избор и обосноваване на елементи от тях, оценка на техните силни страни и ограничения, перспективите за реализация в духа на световните тенденции.

Настоящият дисертационен труд си поставя за цел със средствата на съвременните парадигми от областта на интелигентните системи да се разработят високоефективни интелигентни методи за анализ на рехабилитационни процеси. За постигането на така поставената цел, са формулирани следните задачи:

1. да се направи систематизиране на съществуващите интелигентни методи за анализ на рехабилитационни процеси;
2. да се предложи методология за анализ на рехабилитационни процеси при пациенти със социално значими заболявания;
3. да се разработят обобщеномрежови модели на рехабилитационни процеси при пациенти с мускулно-скелетни оплаквания и при пациенти с фрактури в проксималната част на раменната кост;
4. да се приложат интелигентни методи за анализ на рехабилитационни процеси при пациенти с анкилозиращ

спондилоартрит – болест на Бехтерев, за постигане на по-висока ефективност на рехабилитационните процеси;

5. да се приложат интелигентни методи за анализ на рехабилитационни процеси при пациенти с хронично дегенеративно заболяване на коленната става – Гонартроза, за постигане на по-висока ефективност на рехабилитационните процеси;
6. да се направи систематизиране на юридическите аспекти при използването на данни свързани с физическото състояние на пациенти в болнична среда.

Постигнатите резултати от анализа на изследваните рехабилитационни процеси са представени в три международни конференции - *21th International Conference on Intuitionistic Fuzzy Sets – ICIFS 2017, Burgas, Bulgaria*, *13th International Workshop on Intuitionistic Fuzzy Sets – IWIFS 2017, Banská Bystrica, Slovakia*, *9-th IEEE International Conference on Intelligent Systems – IS 2018, Madeira Island, Portugal* и в една национална - *Научна сесия „Биомедицина и качество на живот – младите в науката“, организирана от ИБФБМИ – БАН, 2016, София, България.*

Дисертационният труд е структуриран в увод, четири глави и заключение, и се придружава от декларация за оригиналност на получените резултати и библиография.

В списъка на публикациите по дисертационния труд, са включени шест статии, от които две статии в списание с SCImago Journal Rank (SJR) - *International Journal Bioautomation*, две статии в списание *Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets*, една статия в списание на Полската академия на науките - *Issues in Intuitionistic Fuzzy Sets and Generalized Nets* и една статия е включена в базата данни на *IEEEExplore*. Всички публикации са реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация, с което са спазени изискванията на закона за развитието на академичния състав в Република България.

ПЪРВА ГЛАВА

ОБЗОР НА ИНТЕЛИГЕНТНИТЕ МЕТОДИ ЗА АНАЛИЗ НА СЛОЖНИ ПРОЦЕСИ

Изкуственият интелект възниква като научна област през първото десетилетие след Втората световна война, [22]. Самият термин „изкуствен интелект” се приема по време на историческия летен семинар в Дортмут (САЩ) през 1956 г., организиран от Джон Макарти (автор на програмния език LISP) на който са присъствали още 9 крупни специалисти в областта, в това число Марвин Мински (с огромен принос в областта на невронните мрежи, фреймовите структури и теорията на представянето на знанията), Клод Шанон (автор на теорията на информацията), Ален Нюел и Херберт Саймън (създатели на първата компютърна програма, способна да доказва теореми, наречена „Логик-Теоретик”), Артур Самюел (написал първите програми за машинно самообучение) и още четирима от „бащите” на изкуствения интелект.

От самото си появяване изкуственият интелект (ИИ) обединява изследванията в различни научни области, фокусирани върху анализа на човешката интелигентност, използвайки методите на информатиката (computer science), математиката и инженерството. Същевременно човешката интелигентност е изключително широка област на изследванията от такива научни дисциплини като неврофизиологията, психологията, лингвистиката, социологията и философията. Изключително силно въздействие върху развитието на изкуствения интелект оказват и паралелно развиващите се по това време области като теорията на управлението и кибернетиката (особено след работите на Норберт Винер), теорията на решенията (на фон Нойман и Моргенщерн), изследването на операциите (на Белман). Доминиращо влияние има и бързо развиващата се компютърна техника, особено в областта на програмното обезпечаване, където се създават операционните системи, езиците за програмиране, инструменталните средства, за написване на самите програми.

Макар че между водещите специалисти по света няма единно мнение по формулирането на изкуствения интелект като научна област, две дефиниции все пак отразяват основните ѝ особености.

„ИИ е част от информатиката, насочена към създаване на интелигентни компютърни системи, т.е. системи, които притежават характеристики, които ние асоциираме с интелигентността на човешкото мислене – разбиране на естествени езици, обучение, разсъждения, решаване на проблеми и т.н.” [74].

„ИИ е изкуство за създаване на машини, които изпълняват функции, изискващи интелигентност при тяхното изпълнение от хората” [104].

Първата дефиниция посочва стремеж за подобие с определени страни на мисленето на човека, а втората – за подобие на рационалните действия на човека.

Развитието на изкуствения интелект показва, че водещите изследователи са търсили именно „подобие”, а не копиране на човешкия интелект. Потвърждение на това твърдение е стремежа към летене, който бива успешно постигнат едва когато братята Райт и други изследователи и инженери (Лилиентал, Жуковски) са престанали да имитират летенето на птиците и са пристъпили към изучаването на аеродинамиката и са приложили съвсем друг подход (неподвижното крило и витлото).

Историята на развитието на изкуствения интелект е изпълнена с периоди на големи надежди и на застои, продиктувани както от нивото на получаваните резултати, така и от финансирането на изследванията [123, 105]. Основните постижения на класическия изкуствен интелект са изброени по-долу:

— Програмата Remote Agent на НАСА е първата програма за автоматично и автономно планиране и съставяне на разписания за предстоящи действия на космически кораби в далечния космос. Тя също има възможности за детектиране, изолация, диагностика и отстраняване на неизправности по хода на тяхното възникване.

— Добре известна е победата на програмата за игра на шах Deep Blue на IBM в мач със световния шампион Гари Каспаров с резултат 3,5:2,5. Каспаров

е заявил, че е усещал срещу себе си „интелект от нов тип”. Стойността на акциите на IBM след мача е нараснала с 18 милиарда долара.

— Системата DART (Dynamic Analysis and Replanning) по време на кризата в Персийския залив през 1991 г. е осигурила автоматизирано изготвяне на планове за доставка и съставяне на графици за превозите едновременно за 50 000 автомобила. Методите за планиране, основаващи се на изкуствения интелект, позволили изчисленията да се извършат за няколко часа, докато със старите методи биха били необходими няколко седмици.

— Легендарните експертни системи Dendral и MYCIN на Станфордския университет демонстрират забележителни възможности за анализ и синтез на нови молекулни структури и диагностика на инфекциозни заболявания на кръвоносната система.

— Предложени са множество компютърни програми за разбиране на естествен език, превод и решаване на задачи.

Това са само някои от най-ярките примери за практическите достижения на ИИ. Теоретичните резултати са още по-значителни и са свързани както с използването на методи от математиката (напр. на математическата логика), теорията на оптимизацията, теорията на управлението, теорията на решенията, така и със създаването на нови методи влияещи обратно върху споменатите научни дисциплини. Между голямото количество методи на изкуствения интелект могат да се посочат няколко, които имат основна важност за практическите приложения [103]:

1. Експертни системи, които са успешни, само ако се използват знания за специфичната област (domain knowledge), в противовес на първоначалните опити за общовалидно представяне на знанията.

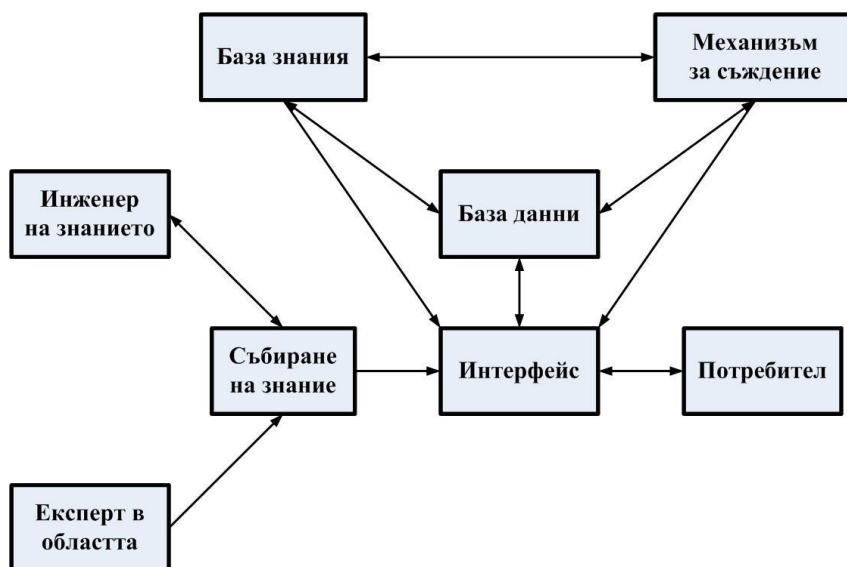
2. Механизми за съждение, от които се получават точни или правдоподобни заключения на базата на смисловото съдържание на базата знание и използването на определена стратегия на търсене и логически операции (формална логика, приблизителни методи).

3. Разсъждения основаващи се на прецеденти (case-based reasoning или CBR), където се предполага, че при сходни ситуации се вземат и сходни решения.

4. Мениджмънт на знанието, в който се изгражда цялостна система за решаване на проблемите в конкретната област въз основа на голям обем от човешките знания и опит.

Такава система е показана на Фиг. 1.1. [103] и съдържа следните основни елементи:

- База знания, представляваща експертна система.
- Механизъм за съждение, който управлява процесите на логическите изводи и умозаклученията в системата.
- База данни, в която е събрана и структурирана събраната информация, необходима за базата знание.
- Потребителски интерфейс.
- Интерфейс към базата данни.
- Модул за събиране на знание, в което се изгражда структурирано знание въз основа на конкретните знания на експерта от съответната област и концептуалните знания и техники на инженера по знанието (knowledge engineer).



Фиг. 1.1. Принципна схема на система за мениджмънт на знанието

Критичен момент за успеха на системата за мениджмънт на знанието е ефективното преобразуване на експертното знание за областта в общата база знание.

Нарастващият интерес в индустрията към продуктите на изкуствения интелект започва в средата на 80-те години на миналия век – около 25 години след пионерните достижения споменати по-горе. Този успех в реалния бизнес се дължи на следните фактори:

1. Постепенно се разработва софтуерна инфраструктура за приложение на изкуствения интелект в реалния свят: от популярния продукт Level 5 Object за създаване на малки експертни системи (с по-малко от 100 правила), през Nexpert Object, подходящ за по-големи експертни системи, до изглежда най-съвременния инструмент за създаване на експертни системи G2, получил широко разпространение по света. Този продукт не изисква специализирани знания по програмиране и когнитивно инженерство (инженерство на знанието).

2. Знанието за конкретните области на приложение се събира, структурира и запазва. Това е важно за ефективното използване на фирменото „ноу-хау” (know-how), предвид на пенсионирането на водещите специалисти или преместването им в друга организация. Това знание е полезно както за експлоатационните специалисти, така и за разработчиците на експертни системи.

Знанието се представя на естествен език, което разширява областта на възможните приложения.

3. Развитие на възможности за интерпретация на поведението и решенията на експертната система – тя дава обяснения (при поискване) за процеса на логическите изводи и основанията за дадените препоръки.

4. Разделяне на знанията от механизма за съждения. Това е важно достижение, тъй като позволява да се разработват стандартни рамки (“shell”) за експертните системи, които могат да се използват в най-различни области на приложенията.

Популярността на приложенията на класическите методи на изкуствения интелект в промишлеността достига своя връх в края на 80-те и началото на 90-те години на миналия век. Нарасналият брой внедрявания позволява от стадия на

пионерния ентусиазъм, където основно е да се покаже работоспособността на основните идеи и методи, да се премине към трезв анализ на основните три аспекта на приложението на изкуствения интелект – методически, инфраструктурни и свързани с хората. Тук се проявяват редица трудности и недостатъци на класическия изкуствен интелект, които ограничават широкото му приложение в редица области през последните 15 години.

Трудностите от *методически характер* са свързани основно със следните проблеми:

— Сложно е да се достигне до пълнота, състоятелност и непротиворечивост на използваните правила. Некоректното знание трудно се установява и отстранява. Знанието под формата на правила зависи основно от качествата на експерта. Положението се усложнява допълнително, когато трябва да се съгласуват мненията на няколко експерта. Търсенето на консенсус чрез осредняване понякога не е най-добрата стратегия, тъй като е възможно един от експертите да е прав, а останалите – не.

— Значителни затруднения предизвиква разширението на обхвата на експертната система чрез нови правила и вътрешни отношения.

— Класическите експертни системи се изграждат със статични правила. В тях няма вградени инструменти за обучение, които биха им позволили да се модифицират като автоматично добавят или отстраняват правила. Това поставя експертната система в положение да не реагира адекватно на промените в околната среда. Освен това съществуват ситуации в които променените операционни условия изискват време операторите да направят опит и да формират свои правила, които инженерите по знанието да въведат в експертната система.

Проявиха се и редица трудности от *инфраструктурен характер*:

— Висока цена на разработките. Дори с използване на съвременна рамка за експертна система от типа G2, времето за разработка съставлява няколко месеца.

— Висока цена на поддържането на експертните системи. Поради необходимостта от използване на специалисти с най-висока квалификация, дори

в годините на най-голямата им популярност (края на 80-те и началото на 90-те години), цената за ежегодно поддържане на експертните системи е от порядъка на 250 000 –500 000 USD.

Често подценяваният *човешки фактор* е източник на значителни трудности. Така например качеството на експертните системи се определя преди всичко от качеството на техните бази знания. Самото събиране на знанията е сложна и противоречива процедура, тъй като най-добрите експерти са много заети и често не са склонни да предадат знанията си от съображения за престиж и сигурност за работното си място.

Независимо от високото научно ниво на теоретичните работи по изкуствения интелект, които все повече преминават към строги математически доказателства и се опират на сигурни експериментални данни, а не на интуиция [4], класическият изкуствен интелект, особено в приложната си област, среща сериозна конкуренция в лицето на появилото се в последните години направление, приело названието „компютърна интелигентност” (computational intelligence) [8]. В него се прави опит да се преодолеят някои от недостатъците на класическия изкуствен интелект.

1.1. Компютърна интелигентност.

В последните две десетилетия постепенно се формира нова научна област, която получи названието „Компютърна интелигентност”, една от най-популярните дефиниции на компютърна интелигентност в съответните научни среди има следният вид:

„Компютърната интелигентност е методология, включваща изчисления, показващи възможности за обучение и/или за справяне с нова ситуация, такава, че системата се възприема като притежаваща един или повече атрибути от разсъждения, такива като обобщение, откриване, асоцииране и абстракция.”

1.2. Основни подходи в компютърната интелигентност.

Научните подходи, използвани в компютърната интелигентност, са еднакво достъпни и за изкуствения интелект, но насоките и целите в развитието им се различават. Болшинството от тях имат корените си в класическия изкуствен интелект, но някои са самостоятелно появили се научни дисциплини.

Основните подходи в компютърната интелигентност са:

1. Размити системи.
2. Изкуствени невронни мрежи.
3. Метод на опорните вектори (Support Vector Machines).
4. Еволюционното изчисление.
5. Интелигентност на рояци (Swarm Intelligence).
6. Интелигентни агенти.

Размитите системи емулират неточния характер на човешкото познание. Те наподобяват приблизителните заключения на човек, използвайки размити термини, но по количествен начин. Това позволява в компютрите да се използва размита логика, което е много по- близко до реалния неопределен свят, отколкото точната логика.

Невронните мрежи са единият от основните методи за обучение в компютърната интелигентност. Полученото знание в невронните мрежи се представя с числените стойности на теглата в структурните връзки.

Опорните вектори представляват втория метод за обучение в компютърната интелигентност. Те са резултат на бързото развитие на статистическа теория на обучението. Основно предимство на този метод спрямо познатите статистически подходи е, че дава оптимален по сложност на структурата и точност резултат при ограничен брой данни. В метода на опорните вектори полученото знание се представя чрез най- информативните си елементи, наречени опорни вектори.

Еволюционните изчисления дават решение на сложен проблем с процедура, подобна на естествената еволюция. На всеки етап на решението „оцеляват” само най- добрите в приетия смисъл екземпляри. Основни подходи тук са метода на генетичните алгоритми (GAs) и генетичното програмиране (GP).

Интелигентността на рояци използва преимуществата на колективното поведение на компютърно моделирани индивиди, имитирайки социалното поведение на животински колонии (мравки, риби, птици).

Интелигентни агенти – това са автономни софтуерни единици, имащи способности за самостоятелно формиране на поведение в динамично променяща се среда. Те ще бъдат третираны по-подробно в следващия раздел.

В [103] е приведена следната дефиниция на понятието „Приложна компютърна интелигентност”:

„Приложната компютърна интелигентност е система от методи и инфраструктура, която разширява човешката интелигентност чрез обучение и разкриване на нови модели, отношения и структури в сложна динамична среда за целите на решаване на практически проблеми.”

В заключение може да се каже, че **приложните методи на класическия изкуствен интелект използват човешкото знание, докато тези на компютърната интелигентност се опитват да създадат условия за ефективно взаимодействие между човек и компютър, което води до увеличаване на човешката интелигентност.**

1.3. Интелигентни системи.

„Интелигентни системи” е термин с широк и неприет еднозначно обхват. Списанието „Intelligent Systems” на най-голямата професионална организация в света - Институтът на инженерите по електротехника и електроника (Institute of Electrical and Electronics Engineers - IEEE) има ориентация предимно към информатиката, докато в многобройните международни научни форуми посветени на интелигентните системи, се наблюдава много по-широко схващане в посока на интердисциплинарност и мултидисциплинарност. Влага се особен акцент в понятието „интелигентни” чието съдържание, съответства в голяма степен по смисъл и обхват на понятията и техниките, разгледани по-горе. Доминиращо значение тук обаче има терминът „системи”. Под система се разбира, както структурна характеристика (елементи, връзки, взаимодействия), така и конкретна реализация (в това число симулация). Примерите за интелигентни системи са изключително разнообразни: интелигентни системи за управление, интелигентни системи за вземане на решение, интелигентни роботизирани системи, интелигентни системи за обучение, интелигентни биоинспирирани системи, интелигентни виртуални предприятия и много други.

В тази връзка, основен акцент в работа по дисертационния труд бе анализа на значителното многообразие на изследванията и съществуващите методи, които трябваше да определят целесъобразните подходи, методи и алгоритми, като да бъдат тествани върху определени класове обекти. Основните усилия за постигане на търсените резултати бяха насочени към различни елементи на цялостната процедура по избор на подходящи инструменти за провеждане на процедурите за оценка на изследваните системи – сравнителен анализ, избор и обосноваване на елементи от нея, оценка на техните силни страни и ограничения, перспективите за реализация в духа на световните тенденции.

1.4. Математически подходи за моделиране на биологични и медицински процеси.

В литературата съществуват редица математически средства за моделиране на биологични и медицински процеси. Голяма част от развитието на тези науки се дължи на използването на математически и статистически средства и подходи, както и подходи и методи от сферата на „изкуствения интелект”. Всеки реален процес фактически представлява съвкупност от отделни подпроцеси, които протичат паралелно във времето. Това до голяма степен затруднява разкриването на закономерностите при функционирането на дадена биологична система. В тази връзка използването на математически средства за моделиране и в частност апарата на Обобщените мрежи (ОМ) [2, 3, 47] се явява изключително адекватен и коректен метод. Обобщеномрежовото моделиране дава възможност за прецизно проследяване на всички параметри на подпроцесите при различни условия и моменти от време. Чрез моделирането на съвкупност от подпроцеси може да се получи богата информация за стойностите на различните параметри, свързани с тези процеси. Изграждането на модели на паралелните процеси, които протичат в човешкото тяло, позволява тяхното пълно и точно разбиране. От друга старана това води до възможността за навременно откриване на патологични и физиологични отклонения в нормалното функциониране на дадена система или част от човешкото тяло. Процеса на взимане на решение при дадено лечение и рехабилитационна програма е от ключово значение за благоприятния изход, в тази насока

конструирането и симулирането на различни модели позволява да се направят оценки на състоянието, прогнози за критични моменти или ситуации, да се планира лечебния процес и необходимата материална база. През годините апаратът на ОМ е бил използван за моделиране на редица биологични процеси. Като най-значим пример в тази област може да се даде моделирането на човешкото тяло и отделните му системи [59, 77, 132, 135].

В настоящият дисертационен труд ще се използва и един наскоро дефиниран нов подход за подпомагане вземането на решения, наречен „интеркритериален анализ“. При него от масиви от данни, получени чрез измерването на много обекти по много критерии, за всяка двойка критерии се изчисляват корелациите между тях във вид на интуиционистки размити двойки от стойности в интервала $[0; 1]$. Подходът отчита ефекта от неопределеността, дава възможност за работа с масиви с липсващи данни, и работи както с числа, така и с лингвистични променливи с въведена наредба. Интеркритериалният анализ намира приложение при задачи, в които измерването по някои от критериите е по-бавно или по-скъпо, което на свой ред забавя или оскъпява целия процес на вземане на решения. При такива проблеми е нужен метод за обосновано елиминиране на тези критерии и така да се постигне икономия и ефективност.

1.5. Въведение в теорията на обобщените мрежи.

Понятието „обобщена мрежа“ (ОМ) е дефинирано в доклад на чл. кор. дтн, дмн Красимир Атанасов от 1982 г., предназначен за конференция на Бермудските острови и публикуван през 1984 г., [50]. През 1991 г. се появява първата монография по ОМ, [33]. Година по-късно се появява единствената книга на български език по ОМ [34], а през 1993 г. е публикуван сборникът статии под редакцията на Красимир Атанасов, в който са събрани първите приложения на ОМ в различни области: изкуствен интелект, химия, транспорт, компютърна техника, медицина и други, [28]. Показано е, че всяка абстрактна система също може да се опише чрез ОМ, [34]. Дефинирането на този нов клас мрежи, се явява обобщение на всички познати към този момент разширения на понятието „мрежа на Петри“, въведено през 1962 г. от Карл-Адам Петри. ОМ са

средство за симулация на събития, протичащи в дискретно време (Discrete Event Simulation), което е удобно за моделиране както на прости, така и на големи, сложни системи. Симулацията на дискретни събития е метод, който се използва за моделиране на реални системи, подлежащи на декомпозиране на множество от логически разделени процеси, протичащи независимо във времето. ОМ позволяват изграждането на йерархични модели. Чрез тях могат да се изграждат системи с различно ниво на детайлизация, които биха могли да се доразвиват в дълбочина. Главното предимство на симулацията на дискретни събития е моделирането на случайни събития и предсказването на резултатите от взаимодействието между тях. ОМ модели могат да бъдат използвани като бърз метод за анализиране и разрешаване на комплексни проблеми. Осигуряват намаляване на риска и несигурността, свързана с вземането на важни решения, и увеличава сигурността чрез подкрепяне на решението с данни, получени от симулация. ОМ са адекватен инструмент за симулация на дискретни събития, което е обосновано от пълнотата на тяхната дефиниция. Компонентите на ОМ покриват всички аспекти от протичането на процеса, който ще бъде описван. Основната сила и полза на ОМ са времевите компоненти. В даден ОМ модел може да бъдат избрани моментите на активиране на всеки преход, както и на мрежата като цяло. По време на симулацията могат да бъдат сменени очакванията за активните състояния на преходите или на цялата мрежа. Друго предимство на ОМ е възможността да се задават характеристики на ядрата, като самите характеристики се определят от характеристична функция. Основните предимства на ОМ са:

- Времеви компоненти – В даден ОМ модел може да бъдат избрани моментите на активиране на всеки преход, както и на мрежата като цяло. По време на симулацията могат да бъдат сменени очакванията за активните състояния на преходите или на цялата мрежа.

- Характеристики на ядрата – Друго предимство на ОМ е възможността да се задават, като самите характеристики се определят от характеристична функция.

- Поддържане на йерархичност – Изграждането на модела може да върви от общото към частното чрез постепенна детайлизация. Досега обобщените мрежи са намерили приложение в медицината [125, 126]. Разработени са редица модели за диагностика [54, 79, 89, 106, 127, 128, 129, 140, 141], за функциониране на отделни органи и системи, и на човешко тяло като цяло [77, 78, 79, 124, 130, 131, 133, 134], както и на моделирането на процеси в здравни заведения [80, 81].

Както е показано в [127] ОМ модели подпомагат изследователите при изучаване логиката на процеси, свързани с диагностициране и лечение, студентите по медицина и специализантите при придобиване на диагностични умения, както и при проверката на знанията на студентите със симулации в реално време.

ОМ могат да използват и изпращат информация от и към експертни и/или информационни системи, както и да се свързват със специализирано медицинско компютърно обзавеждане чрез подходящ интерфейс. Това подпомага процеса на диагностициране чрез потвърждаване мнението на специалиста или допълване на решението с експертна оценка. В [128] е представена съвкупност от ОМ модели, които ще позволят разработването на специфичен софтуер за моделиране, с цел подпомагане процеса на диагностициране. До момента са построени множество различни типове ОМ модели в медицината, като:

- ОМ модели на човешкото тяло – моделиране на физиологични процеси. Живите организми се характеризират с разнообразие от процеси, протичащи паралелно. Някои от тях, взети самостоятелно, вече са описани с помощта на специфични математически средства, основно с тези от теорията на системите. Но тези средства не успяват да отразят адекватно паралелното протичане на процесите. В [106] е разгледано множество от паралелни ендокринни процеси. Тези процеси са свързани с производство на инсулин от панкреаса, въвеждане на изкуствен инсулин, използването на двата типа инсулин в организма, както и с възможните нови условия за производство на инсулин от панкреаса. В [78] е разгледан ОМ модел на мускулно-скелетната система и връзката и с останалите системи в човешкото тяло.

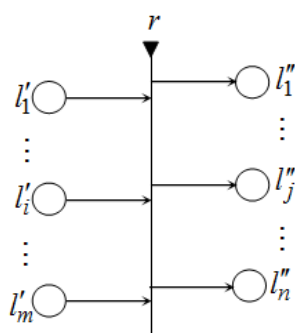
- ОМ модели за диагностика на заболявания в спешна медицина, поведенческа медицина, гинекология, урология, неврология, нефрология, фармакология и др. Преди разработването на ОМ модели за диагностика на заболявания, са използвани елементи от теорията на графите за вземане на решение [147]. Като цяло тези структури имат вида на двумерни графи – начален възел (корен, представящ пристигането на пациент с определен/и симптом/и), с два наследника, представящи алтернативите (пациентът има или няма наличие на даден симптом), като всяка дъга води към възел, свързан с нови два възела, отново представящи наличие или отсъствие на симптоми и т.н. Този граф позволява да се проследят стъпките, през които е преминал процесът на диагностика, но не дава възможност да се тръгне едновременно в повече от едно направления. Ако се изследват едновременно няколко възможни пътя, респективно – ако се направят едновременно повече от едно изследвания, би могло да се спести време при поставяне на диагноза. Такава възможност предоставя апарата на ОМ.

От направения обзор, ясно личи широкото приложение на обобщените мрежи в медицината и биологията. Възможността за моделиране на биологични процеси и системите на човешкия организъм, чрез апарата на обобщените мрежи дават основание за конструирането на по-сложни модели. Моделирането на конкретна структура и проследяването на процесите на взаимодействието и с останалите структури и системи на човешкото тяло е от съществена важност за едно детайлно и пълно разбиране на логическата същност на изследвания обект. От друга страна разработването на такива модели би помогнало при откриване на отклонения от нормалното функциониране на моделираната структура или система, както и причината за тези нарушения.

1.5.1. Дефиниция на преход и обобщена мрежа.

През годините дефиницията на ОМ е променяна няколко пъти с цел подобрене. Сегашната си форма тя придобива през 2007 г. [41, 66, 79]. ОМ е съставена от преходи. Графично всеки преход се представя чрез два елемента -  и .

Всеки преход в ОМ трябва да има поне една входна и поне една изходна позиция (Фиг. 1.2) [2, 4]. Графичното означение на позицията е $(\bigcirc)$. Всяка от позициите на ОМ може да има не повече от една дъга за постъпване и най-много една дъга за напускане. Постъпващата дъга се нарича изходна за прехода, а напускащата – входна. Входните позиции се намират винаги от лявата страна на прехода, а изходните – от дясната. За всеки преход могат са налични m входни и n изходни позиции, където $m \geq 1$ и $n \geq 1$. Когато в една входна позиция не влиза дъга, тя се нарича вход на мрежата. Съответно изходът на мрежата е изходна позиция, от която не излиза дъга.



Фиг. 1.2. Представяне на преход в ОМ

Във всяка позиция от ОМ може да има ядра, които да преминават от една позиция към друга. Графичното означение на ядрото е точка. Когато ядрата достигнат определен брой във входната позиция, те ще имат възможността да се придвижат към изходните позиции. Процесът на преминаването на ядра от входна към изходна позиция се нарича активиране на прехода. Всяко ядро, влизащо в мрежата, получава начална характеристика. При преминаване към нов преход ядрото получава нова характеристика и този процес се повтаря докато ядрото натрупа своята история. Всяка позиция от ОМ има и свой капацитет.

Условието на прехода представлява индексирана матрица, съдържаща толкова реда, колкото са входните позиции на съответния преход и толкова колони, колкото са изходните му позиции. За примерния преход от Фиг. 1.2. индексираната матрица ще има размерност $m \times n$. Елементите ѝ са предикати, които получават логически стойности („true“ или „false“). Всяка входна и

изходна позиция са свързани с предикат, който ако получи стойност „true“, ядрата от съответната входна позиция ще могат да се придвижат до определена изходна. В противен случай, ако при стойност „false“, ядрата ще си останат в същата входна позиция.

За да се представи индексиранията матрица първо е необходимо да се дефинират множествата I и R , като I е фиксирано множество от индекси, а R е множеството на реалните числа. Тогава за индексирания матрица с индексни множества K и L ($K, L \subset I$ и $K = \{ k_1, k_2, \dots, k_m \}$, $L = \{ l_1, l_2, \dots, l_n \}$), се получава [95, 97]:

$$\left[K, L, \{ a_{k_i, l_j} \} \right] = \begin{array}{c|cccc} & l_1 & l_2 & \dots & l_n \\ \hline k_1 & a_{k_1, l_1} & a_{k_1, l_2} & \dots & a_{k_1, l_n} \\ k_2 & a_{k_2, l_1} & a_{k_2, l_2} & \dots & a_{k_2, l_n} \\ \vdots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ k_m & a_{k_m, l_1} & a_{k_m, l_2} & \dots & a_{k_m, l_n} \end{array}, \quad (1)$$

където $a_{k_i, l_j} \in R$ за $i \in [1, m]$ и $j \in [1, n]$.

Преходът на ОМ се задава чрез наредената седморка от вида:

$$Z = \langle L', L'', t_1, t_2, r, M, \square \rangle,$$

където:

- $L' = \{ l'_1, \dots, l'_i, \dots, l'_m \}$ – крайно непразно множество от входните позиции

на прехода;

- $L'' = \{ l''_1, \dots, l''_j, \dots, l''_n \}$ – крайно непразно множество от изходните позиции

на прехода;

- t_1 – момент на активиране на прехода;

- t_2 – продължителност на активното състояние на прехода;

- r – условие на прехода, определящо кои ядра могат да преминат от входните към изходните му позиции.

То се задава чрез индексирания матрица от вида:

$$r = \begin{array}{c|ccccc} & l''_1 & \dots & l''_j & \dots & l''_n \\ \hline l'_1 & r_{1,1} & \dots & r_{1,j} & \dots & r_{1,n} \\ \vdots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ l'_i & r_{i,1} & \dots & r_{i,j} & \dots & r_{i,n} \\ \vdots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ l'_m & r_{m,1} & \dots & r_{m,j} & \dots & r_{m,n} \end{array}, \quad \text{за } i \in \{1,2,\dots,m\}, j \in \{1,2,\dots,n\} \quad (2)$$

$r_{i,j}$ е предикат, съответстващ на $i^{\text{та}}$ входна позиция на прехода и $j^{\text{та}}$ изходна позиция на прехода. Ако предиката е верен (има стойност “true”) е възможно преминаване на ядро от $i^{\text{та}}$ входна към $j^{\text{та}}$ изходна позиция. Предикатите не могат да зависят от бъдещи събития.

- M – индексирана матрица на капацитетите на дъгите имаща вида:

$$M = \begin{array}{c|ccccc} & l''_1 & \dots & l''_j & \dots & l''_n \\ \hline l'_1 & m_{1,1} & \dots & m_{1,j} & \dots & m_{1,n} \\ \vdots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ l'_i & m_{i,1} & \dots & m_{i,j} & \dots & m_{i,n} \\ \vdots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ l'_m & m_{m,1} & \dots & m_{m,j} & \dots & m_{m,n} \end{array}, \quad (3)$$

$$i \in \{1,2,\dots,m\}, j \in \{1,2,\dots,n\}$$

$m_{i,j}$ са естествени числа, задаващи капацитета на дъгата от $i^{\text{та}}$ входна позиция на прехода към $j^{\text{та}}$ изходна позиция на прехода;

- $\square$ – обект, имащ вид, подобен на булев израз. В него участват идентификаторите на всички входни позиции на прехода, свързани с логическите операции “и” ($\wedge$) и “или” ($\vee$). Когато стойността на типа, изчислен като булев израз е “true”, съответния преход може да се активира, в противен случай - не.

Ако булевият израз е от вида: $\wedge(l_{i_1}, l_{i_2}, \dots, l_{i_u})$, то това означава, че във всяка входна позиция $l_{i_1}, l_{i_2}, \dots, l_{i_u}$ трябва да има поне по едно ядро.

Ако булевият израз е от типа: $\vee(l_{i_1}, l_{i_2}, \dots, l_{i_u})$, то това означава, че най-малко в една от входните позиции $l_{i_1}, l_{i_2}, \dots, l_{i_u}$ трябва да има най-малко едно ядро.

След като е дефинирано понятието преход, като основен градивен елемент на обобщената мрежа, може да се дефинира и понятието обобщена мрежа. **Обобщена мрежа** наричаме наредената четворка:

$$E = \langle \langle A, \pi_A, \pi_L, c, f, \theta_1, \theta_2 \rangle, \langle K, \pi_K, \theta_K \rangle, \langle T, t^o, t^* \rangle, \langle X, \Phi, b \rangle \rangle, \quad (4)$$

ако:

- A – множество от всички преходи в мрежата;
- π_A – функция, задаваща приоритетите на преходите, т.е., $\pi_A: A \rightarrow N$, където $N = \{0, 1, 2, \dots\} \cup \{\infty\}$;

- π_L – функция, задаваща приоритетите на позициите, като L е множеството от всички позиции на обобщената мрежа;

$\pi_L: L \rightarrow N$, където $L = \text{pr}_1 A \cup \text{pr}_2 A$ и с $\text{pr}_i X$ е означена $i^{\text{та}}$ проекция на n -мерното множество X , $n \in N$, $n \geq 1$, $1 \leq k \leq n$. По-общо:

$$\text{pr}_{i_1, i_2, \dots, i_s} X = \text{pr}_{i_1} X \times \dots \times \text{pr}_{i_s} X = \prod_{j=1}^s \text{pr}_{i_j} X, \quad \text{където: } 1 \leq i_1 < \dots < i_s \leq n, \quad n \text{ е}$$

размерността на X и s е естествено число.

- c – функция, задаваща капацитетите на позициите, т.е., $c: L \rightarrow N$;
- f – функция, определяща вярностната стойност на предикатите (за използваната тук ОМ, функцията f приема стойности “false” или “true”, или елементите на множество $\{0, 1\}$);

- θ_1 – функция, задаваща следващия момент от време, в който може да се активира прехода. Стойността на тази функция се преизчислява в момента, в който завършва активното състояние на прехода $\theta_1(t) = t'$, където $t = \text{pr}_3 Z$, $t' \in [t, T + t^*]$;

- θ_2 – функция, която задава продължителността на активното състояние на даден преход Z и стойността ѝ се изчислява в момента, в който се активира прехода $\theta_2(t) = t'$, където $t = \text{pr}_4 Z$ и $t' \in [0, t^*]$;

- K – множество на ядрата в ОМ;
- π_K – функция, която задава приоритетите на ядрата т.е. $\pi_K: K \rightarrow N$;
- θ_K – функция, която задава момента от време, в който определено ядро може да влезе в обобщената мрежа, т.е. $\theta_K(\alpha) = t$, където $\alpha \in K$, $t \in [T, T+t^*]$;
- T – момент от време, в който обобщената мрежа започва да функционира. Моментът T се определя по фиксирана времева скала;
- t° – елементарната времева стъпка на фиксираната времева скала;
- t^* – продължителност на функционирането на обобщената мрежа;
- X – множество на началните характеристики, с които ядрата влизат в мрежата;
- Φ – характеристична функция. Тя определя новата характеристика на ядрото при преместването му от входната позиция на даден преход в изходната;
- $b: K \rightarrow N$ – функция, задаваща максималния брой характеристики, които едно ядро може да получи по време на движението си в обобщената мрежа. Ако за ядро σ е изпълнено $b(\sigma)=1$, то това ядро ще влезе в мрежата с *начална характеристика (нулева характеристика)*. След това то ще “помни” само *последната си (текущата си)* характеристика. Ако $b(\sigma)=k$ ($k < \infty$), то ядрото σ “помни” последните си k характеристики. Началната (нулева) характеристика винаги се пази. Ако $b(\sigma)=\infty$, то ядрото σ помни всичките си възможни характеристики.

В описанието на дадена ОМ може да не се съдържат всичките й компоненти. В този случай, на местата на липсващите компоненти се пише “*” и мрежата се нарича “редуцирана”.

Статичната част на дадена обобщена мрежа се определя от елементите на множеството $pr_{1,2,6,7}A$, т.е. от входните и изходните позиции на мрежата, от индексирания матрица на дъгите и от типа на преходите. Динамичният характер на мрежата се определя от ядрата на ОМ и от условията на преходите. Времевият характер се обуславя от времевите компоненти T , t° , t^* и от елементите на множество $pr_{3,4}A$. Накрая, компонентите Φ , X и b играят ролята на памет на ОМ. Отделните функции също са свързани с тези четири

компоненти на ОМ: функции π_A , π_L , c – със статичната структура; f , π_K – с динамичните елементи, а θ_1 , θ_2 и θ_K – с времевите параметри.

Над обобщени мрежи са дефинирани множества от операции и оператори, които модифицират структурата на ОМ [1, 4, 5, 25, 41, 60].

1.5.2. Методология за изграждане на обобщена мрежа.

При моделиране чрез ОМ е необходимо да се извършат редица подготвителни дейности. Необходимо е реалният процес, който ще се моделира, да се познава много добре, за да може коректно да се отразят характеристиките му в модела. От друга страна, моделиращата техника се нуждае от достатъчно информация, за да отрази процеса адекватно. Следователно, преди да се пристъпи към моделирането чрез ОМ, трябва да се определят редица характеристики, свързани с изграждане на графичната структура на мрежата, информацията, която носят ядрата и тяхното движение в мрежата, функционирането на мрежата във времето, и т.н. Методологията за изграждане на ОМ включва етапите на изграждане на статичната структура на моделирания процес, отразяване на динамиката на моделирания процес, описание на функционирането на моделирания процес във времето, определяне на данните, които представляват интерес за моделирания процес и други.

1.5.3. Определяне на статичната структура на моделирания процес.

При изграждане на статичната структура се разглеждат въпроси, свързани с преходите, позициите, условията за активиране на преходите и т.н. Първоначално трябва да се обособят отделните събития в системата, която ще се моделира. В рамките на всяко едно събитие се извършват някакви действия, представящи фрагмент от цялостното функциониране на реалната система. Моделирането на всяко събитие се отразява чрез преход в ОМ. Протичането на определено събитие в реалната система се отразява в обобщената мрежа чрез изпълнение на необходимите условия за активиране на прехода: наличие на достатъчно ядра във входните позиции на прехода, който моделира съответното събитие, наличие на предикати със стойност „true” в матрицата от предикати, наличие на свободни места в изходните позиции на прехода. Всяко събитие трябва да се опише подробно, като за целта се определят:

- приоритет на събитието спрямо другите събития;
- по абсолютна времева скала се определя първият момент, в който настъпва събитието;
- определяне на формулата за изчисляване на следващия момент от време, в който настъпва събитието;
- продължителност на събитието;
- определяне на формулата за изчисляване продължителността на събитието;
- дефиниране на началните състояния на събитието. На всяко начално състояние се съпоставя по една входна позиция на прехода, представящ събитието. Входните позиции се подреждат по приоритет и се определя капацитета им;
- определяне на входните позиции, в които трябва да има ядра, за да се активира преходът;
- дефиниране на крайните състояния на събитието. На всяко крайно състояние се съпоставя по една изходна позиция на прехода, представящ събитието. За изходните позиции също се определя приоритета и капацитета им, както и характеристиките, които трябва да получат постъпващите в тях ядра;
- определяне на условията, при които дадено ядро може да се премести от входна в изходна позиция на прехода;
- определяне броя ядра, които могат да преминат от входните в изходните позиция в рамките на едно активиране на прехода.

1.5.4. Отразяване на динамиката на моделирания процес.

Динамиката на моделирания процес се отразява в ОМ чрез наличието на ядра в нейните позиции. Движението на ядрата в мрежата отразява протичането на реалните процеси в моделираната система. Всеки реален процес представлява съвкупност от подпроцеси, които протичат последователно или паралелно във времето. Когато разглежданата съвкупност от подпроцеси съдържа точно един елемент (подпроцес), необходимостта от употреба на ОМ отпада. Употребата на ОМ придобива смисъл, когато съвкупността от подпроцесите се състои от поне два елемента. Чрез ОМ може да се проследи как се развиват отделните

подпроцеси във времето и какви конфликтни ситуации могат да възникнат в резултат от това. ОМ дават възможност за детайлно проследяване на моделираната съвкупност от подпроцеси [33].

Към ОМ може да се асоциира времева скала [33], по която с помощта на глобалните времеви компоненти да се отчита развитието на моделирания процес във времето. Ако за моделирания процес е съществено това, че започва функционирането си в определен момент от време и има определена продължителност, то тогава в описанието на ОМ трябва да се включат и глобалните времеви компоненти. За целта трябва да се определи и елементарната времева стъпка, с която да нараства времето от началния (започване на функционирането на мрежата) до крайния момент (прекратяване функционирането на мрежата).

1.5.5. Модификации на обобщените мрежи.

Чрез отстраняване или добавяне на различни компоненти в описанието на обобщената мрежа се получават модификации на обобщената мрежа [33]. Ако някои от компонентите на мрежата липсват, се получава специален клас на обобщените мрежи, наречен *редуцирани обобщени мрежи*. От друга страна при добавяне на нови компоненти се дефинират редица *разширения на обобщената мрежа*.

Ако например за моделирания процес не е от значение, че започва в точно определен времеви момент, и че има определена продължителност, то тогава е удобно да се използват редуцирани мрежи. В този случай преходите в мрежата могат да се опишат без да се задават времевите им характеристики t_1 и t_2 . Като се има предвид, че мрежата трябва като минимум да съдържа: преходи, които имат съответните входни и изходни позиции (компоненти L' и L''), ядра, които отразяват протичащите процеси в моделираната система, както и условие на прехода (компонента r), задаващо условията за преместване на ядрата, *редуцираната обобщената мрежа* изглежда така [1, 2]:

$$E' = \langle A', K, X, \Phi \rangle, \quad (5)$$

Преходите могат да имат следната форма:

$$Z' = \langle L', L'', r, M, \square \rangle \quad (6)$$

или

$$Z' = \langle L', L'', r \rangle. \quad (7)$$

За редуцираните мрежи може да се каже, че са по-прости от гледна точка на формалното си описание, тъй като съдържат по-малко компоненти, но тук имат по-сложна графична структура. Това е така, защото съществуващите в мрежата обекти трябва да поемат информация, която по принцип се задава от други компоненти. Ядрата трябва да са повече на брой, трябва да получават повече характеристики и т.н.

Добавянето на различни компоненти към ОМ дава нови възможности за моделиране. Различните класове разширения на ОМ са дефинирани в [41]. Там е доказано, че всеки клас е консервативно разширение на обикновената мрежа, т.е. всяка такава разширена мрежа може да се представи чрез обикновена ОМ. Някои от по-важните *разширения на ОМ* са:

- *Интуиционистки размити ОМ от тип 1* [33, 41] – като условия на преходите могат да бъдат задавани стойности в множеството $[0, 1]$ със степен на вярност $\mu(r_{ij})$ и степен на невярност $\nu(r_{ij})$, за които е в сила $\mu(r_{ij}) + \nu(r_{ij}) \leq 1$;
- *Интуиционистки размити ОМ от тип 2* [41] – това са *Интуиционистки размити ОМ от тип 1*, но с тази разлика, че вместо ядра имат „течности”, протичащи по дъгите на мрежата и събиращи се в позициите y ;
- *Интуиционистки размити ОМ от тип 3* [41] – като *Интуиционистки размити ОМ от тип 1*, но с допълнението, че функцията Φ дава на всяко ядро като текуща характеристика две стойности: първата съвпада с характеристиката на ядрото в смисъла на ОМ, а втората е наредена двойка от множеството $[0, 1]$, която е равна на вярностната стойност на предиката, който е пропуснал ядрото в текущата позиция. Всяка ОМ е *Интуиционистки размита ОМ*, за която $\mu(r_{ij}) = 1$ и $\nu(r_{ij}) = 0$;
- *Интуиционистки ОМ от тип 4* [41] – това са *Интуиционистки размити ОМ от тип 3*, но с тази разлика, че вместо ядра имат „течности”, протичащи по дъгите на мрежата и събиращи се в позициите y ;
- *Интуиционистки ОМ от тип 5* [30];

- *Цветни ОМ* [41] – в този тип мрежи ядрата и дъгите са оцветени в различни цветове и всяко ядро може да премине само по дъга, оцветена със същия цвят. Очевидно всяка обикновена ОМ е цветна ОМ, за която възможният цвят на ядрата и дъгите е само един;

- *ОМ с глобална памет* [41] – при тези мрежи се добавя компонента (достъпна за всички компоненти на мрежата), наречена условно „глобална памет”. Тя служи като склад за данните, които се получават по време на функционирането на мрежата, и чрез тях е възможно определянето на различни параметри (стойности на предикати, характеристични функции);

- *ОМ с аварийен часовник* [41] – въвежда се нова времева компонента, която задава минимална продължителност от време за изчисляване на стойностите на предикатите. След изтичане на тези стойности предикатите получават нови такива от предварително зададена индексирана матрица, а характеристиките на ядрата се получават от допълнителна предварително зададена характеристична функция. Разширението помага при разрешаването на неразрешими ситуации, свързани с ограничения върху времето за определяне стойностите на предикатите или на характеристичните функции;

- *ОМ с оптимизационни компоненти* [41] – чрез оптимизационни процедури се определя пътя, по който да преминат ядрата от входните до изходните позиции на преходите. Могат да се използват за управление и/или оптимизация на достатъчно бавнопротичащи реални процеси, моделирани чрез този вид мрежи;

- *ОМ със сложен тип на преходите* [41] – това са мрежи, при които позволяват в/от позицията им да могат да влизат/излизат по повече от една дъга;

- *ОМ с условия за спиране* [41] – включват допълнителни условия (логически изрази). Към описанието на прехода се включва допълнителна компонента, която ако получи стойност “вярно” преходът спира функционирането си;

- *ОМ с ядра, които могат да приемат променливи за характеристики* [41] – използват се за решаване на оптимизационни проблеми, свързани с моделираните процеси;

- *Обратни ОМ* [41] – ядрата могат да се придвижват в обратна посока през отделни области в мрежата – от изход към вход;
- *ОМ с ядра с време на живот* [41] – характеристиките на ядро, което е “умряло“, се прехвърлят на друго;
- *ОМ с множество дъги*, влизащи и излизащи в позициите [41];
- *ОМ с ограничени глобални капацитети на позициите* [58];
- *ОМ с ядра с обем* [61];
- *ОМ с характеристики на позициите* [25].

1.6. Интуиционистки размити множества.

Теорията на размитите множества (PM) е дефинирана от Lotfi Aliasker Zadeh през 1965 г. като математически апарат за адекватно описание на неточността и неопределеността в природата [148, 149]. Доказателство за нарастващия интерес към тях са дефинираните в последствие разширения: L-PM (L-Fuzzy Sets) на J. Goguen [97], PM с интервални стойности (Interval Valued Fuzzy Sets) на M. Gorzalczany [99], “груби” (грапави) множества (Rough Sets) на Z. Pawlak [112] и Интуиционистки Размити Множества (IPM) на Кр. Атанасов [37, 38, 39, 40, 46, 48, 64, 65, 82, 83, 100].

1.6.1. Дефиниция на ИРМ.

A представлява интуиционистки размито множество (ИРМ), чието описание има следния вид [53]:

$$A = \{ \langle x, \mu_A(x), \nu_A(x) \rangle / x \in E \}, \quad (8)$$

където E е фиксирано множество, функцията $\mu_A: E \rightarrow [0,1]$ задава съответната степен на принадлежност, а функцията $\nu_A: E \rightarrow [0,1]$ - съответната степен на непринадлежност на елемента $x \in E$ към множеството $A \subseteq E$ и за всяко $x \in E$ е изпълнено:

$$0 \leq \mu_A(x) + \nu_A(x) \leq 1. \quad (9)$$

Функцията π_A се описва с математическия израз:

$$\pi_A(x) = 1 - \mu_A(x) - \nu_A(x), \quad (10)$$

който задава степента на неопределеност на принадлежността на елемента $x \in E$ към множеството A . Очевидно, РМ е частен случай на ИРМ при $\pi_A(x) = 0$ за всяко $x \in E$.

1.7. Индексирани матрици.

В практиката често възникват т.нар. многокритериални задачи за вземане на решение (ВР). Разнородни и разнообразни могат да бъдат както критериите, така и наличните данни, получени чрез измерването или оценяването на обектите спрямо критериите. Понякога измерването или оценяването по някои от критериите може да се окаже бавно, скъпо, ресурсоемко и т.н. В такива случаи за лицето вземащо решение, (ЛВР) ще е от съществена полза да могат да се пренебрегнат при бъдещото вземане на решение всички или част от тези „неблагоприятни“ критерии без съществена загуба на точност. За целта би било от полза да се установи достатъчно висока и предвидима корелация между посочените „неблагоприятни“ критерии и други измежду множеството критерии, които са по-бързи, по-евтини и по-лесни за измерване или оценяване. Предполага се, че пренебрегването (без съществена загуба на точност) на една част от критериите при ВР, на база установена корелация между тези и други критерии, може да доведе до съществено ускоряване или поевтиняване на цялостния процес на ВР, което винаги е благоприятно, а в определени случаи може да бъде жизненоважно.

Понятието Индексирана Матрица (ИМ) е въведено през 1984 г. от чл. кор. дтн, дмн Красимир Атанасов в [32, 100]. През последните 25 години някои от техните свойства са били изучени, но основно са използвани като допълнителен инструмент за описването на преходите на Обобщените мрежи (ОМ) [23, 29, 32, 41, 44, 53, 67, 70, 71], интуиционистки размити релации и графи с крайни върхове [31, 35, 38, 45, 46, 49, 69, 106, 110], и като цяло в някои алгоритми за взимане на решение [46, 51, 52, 53, 55, 56, 75, 76, 92]. През последните 30 години някои от техните свойства са изследвани и обобщени в книгата на Кр. Атанасов "Towards an Augmented Matrix Calculus", [36]. В [23] са разширени и обобщени съществуващите видове индексирани матрици, операциите с тях, и са изследвани някои техни свойства, особености и приложения.

Нека I да бъде определено множество от индекси и R да бъде множеството на реалните числа. Чрез индексирана матрица с множества от индекси K и L ($K, L \subset I$) ще отбележим:

$$\left[K, L, \{a_{k_i, l_j}\} \right] \equiv \begin{array}{c|cccc} & l_1 & l_2 & \dots & l_n \\ \hline k_1 & a_{k_1, l_1} & a_{k_1, l_2} & \dots & a_{k_1, l_n} \\ k_2 & a_{k_2, l_1} & a_{k_2, l_2} & \dots & a_{k_2, l_n} \\ \vdots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ k_m & a_{k_m, l_1} & a_{k_m, l_2} & \dots & a_{k_m, l_n} \end{array} \quad (11)$$

където $K = \{k_1, k_2, \dots, k_m\}$, $L = \{l_1, l_2, \dots, l_n\}$, за $1 \leq i \leq m$, и $1 \leq j \leq n : a_{k_i, l_j} \in R$.

За индексираните матрици (ИМ) $A = [K, L, \{a_{k_i, l_j}\}]$, $B = [P, Q, \{b_{p_r, q_s}\}]$ дефинираните операции за събиране и умножение са аналогични на обичайните матрични операции, както и на други специфични операции.

1.8. Метод на интеркритериалния анализ.

Методът на интеркритериалния анализ е въведен в [51]. Той се базира на два математически формализма - апарата на индексираните матрици за обработка на масиви от данни с различни размерности, и интуиционистки размитите множества като математически инструмент за третиране на неопределеността.

Нека M е индексирана матрица, конструирана по следния начин:

$$M = \begin{array}{c|ccccccc} & O_1 & \dots & O_k & \dots & O_l & \dots & O_n \\ \hline C_1 & a_{C_1, O_1} & \dots & a_{C_1, O_k} & \dots & a_{C_1, O_l} & \dots & a_{C_1, O_n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ C_i & a_{C_i, O_1} & \dots & a_{C_i, O_k} & \dots & a_{C_i, O_l} & \dots & a_{C_i, O_n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ C_j & a_{C_j, O_1} & \dots & a_{C_j, O_k} & \dots & a_{C_j, O_l} & \dots & a_{C_j, O_n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ C_m & a_{C_m, O_1} & \dots & a_{C_m, O_k} & \dots & a_{C_m, O_l} & \dots & a_{C_m, O_n} \end{array} \quad (12)$$

където за всяко p, q ($1 \leq p \leq m, 1 \leq q \leq n$):

- C_p е критерий;
- O_q е обект;
- a_{C_p, O_q} е оценката на q -тия обект срещу p -тия критерий.

Всяка такава оценка се определя като реално число или друг обект, който е съизмерим спрямо релация R с останалите a -обекти, така че за всяко i, k, l е определена $R(a_{C_i, O_k}, a_{C_i, O_l})$. Нека $\bar{R}$ е дуалната релация на R в смисъл, че ако R е удовлетворена, то $\bar{R}$ не е удовлетворена и обратно. Например, ако „ R “ е релацията „ $\leq$ “, то тогава $\bar{R}$ е релацията „ $\geq$ “ и обратно.

Нека $S_{i,j}^\mu$ е броят на случаите, в които $R(a_{C_i, O_k}, a_{C_i, O_l})$ и $R(a_{C_j, O_k}, a_{C_j, O_l})$ са удовлетворени едновременно. Нека $S_{i,j}^\nu$ е броят на случаите, в които $R(a_{C_i, O_k}, a_{C_i, O_l})$ и $\bar{R}(a_{C_j, O_k}, a_{C_j, O_l})$ са удовлетворени едновременно.

Тъй като общият брой сравнения по двойки между обектите е $\frac{n(n-1)}{2}$, може да се види, че:

$$S_{i,j}^\mu + S_{i,j}^\nu \leq \frac{n(n-1)}{2} \quad (13)$$

За всяко i, j , такива че $1 \leq i < j \leq m$, и за $n \geq 2$ определяме :

$$\mu_{C_i, C_j} = 2 \frac{S_{i,j}^\mu}{n(n-1)}, \quad \nu_{C_i, C_j} = 2 \frac{S_{i,j}^\nu}{n(n-1)} \quad (14)$$

За всеки два критерия C_i и C_j тези две стойности могат да се използват за конструиране на интуиционистки размита двойка $\langle \mu_{C_i, C_j}, \nu_{C_i, C_j} \rangle$. Тази двойка играе роля на интуиционистки размита оценка на връзката между двата критерия.

Матрицата M може да се трансформира в друга индексирана матрица M^* , която показва взаимовръзките между всички критерии:

$$M^* = \begin{array}{c|ccc} & C_1 & \dots & C_q \\ \hline C_1 & \langle \mu_{C_1, C_1}, \nu_{C_1, C_1} \rangle & \dots & \langle \mu_{C_1, C_q}, \nu_{C_1, C_q} \rangle \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ C_q & \langle \mu_{C_q, C_1}, \nu_{C_q, C_1} \rangle & \dots & \langle \mu_{C_q, C_q}, \nu_{C_q, C_q} \rangle \end{array} \quad (15)$$

Последната стъпка на алгоритъма е да се определи между двойките критерии.

Нека $\alpha, \beta \in [0; 1]$ да са такива числа, че $\alpha + \beta \leq 1$. За двата критерия C_k и C_l ще казваме, че са в:

- (α, β) -положителен консонанс, ако $\mu_{C_i, C_j} > \alpha$ и $\nu_{C_i, C_j} < \beta$;
- (α, β) -отрицателен консонанс, ако $\mu_{C_i, C_j} < \beta$ и $\nu_{C_i, C_j} > \alpha$;
- (α, β) -дисонанс, в противен случай.

По-детайлно, според представената по-долу таблица корелациите между критериите се наричат „силен позитивен консонанс“, „позитивен консонанс“, „слаб позитивен консонанс“, „слаб дисонанс“, „дисонанс“, „силен дисонанс“, „слаб негативен консонанс“, „негативен консонанс“ или „силно негативен консонанс“.

<i>Степен на корелация</i>	<i>Тип консонанс</i>
[0; 0,05]	Силен негативен консонанс (SNC)
[0,05; 0,15)	Негативен консонанс (NC)
[0,15; 0,25)	Слаб негативен консонанс (WNC)
[0,25; 0,33)	Слаб дисонанс (WD)
[0,33; 0,43)	Дисонанс (D)
[0,43; 0,57)	Силен дисонанс (SD)
[0,57; 0,67)	Дисонанс (D)
[0,67; 0,75)	Слаб дисонанс (WD)
[0,75; 0,85)	Слаб позитивен консонанс (WPC)
[0,85; 0,95)	Позитивен консонанс (PC)
[0,95; 1]	Силен позитивен консонанс (SPC)

Таблица 1.1. Корелации между критериите

Ако всяка оценка $a_{C_p O_q}$ е интуиционистки размита двойка от формата $\langle \alpha_{C_p, O_q}, \beta_{C_p, O_q} \rangle$, тогава методът на интеркритериалния анализ може да се приложи по подобен начин.

Нека $\langle a, b \rangle$ и $\langle c, d \rangle$ да бъдат две интуиционистки размити двойки. Между тях могат да се определят следните отношения:

$$\langle a, b \rangle \leq \langle c, d \rangle \text{ iff } a \leq c \text{ и } b \geq d,$$

$$\langle a, b \rangle \geq \langle c, d \rangle \text{ iff } a \geq c \text{ и } b \leq d,$$

$$\langle a, b \rangle < \langle c, d \rangle \text{ iff } a \leq c \text{ и } b > d \text{ или } a < c \text{ и } b \geq d \text{ или } a < c \text{ и } b > d,$$

$$\langle a, b \rangle > \langle c, d \rangle \text{ iff } a \geq c \text{ и } b < d \text{ или } a > c \text{ и } b \leq d \text{ или } a > c \text{ и } b < d,$$

$$\langle a, b \rangle = \langle c, d \rangle \text{ iff } a = c \text{ и } b = d.$$

Получената индексирана матрица има същата форма.

В [39] е описан математическият формализъм, стоящ зад идеята на интеркритериалния анализ. Представени са формули за определяне на двете интуиционистки размити степени в интуиционистки размитите оценки на близост между отделните изучавани критерии и са дискутират се различни скали за определяне на корелациите между двойките критерии. В [62] тези изследвания продължават с интерпретирането на интуиционистки размитите двойки едновременно по степента μ на принадлежност и степента ν на непринадлежност в рамките на интерпретационния триъгълник. В [72] се разглежда обхождането на резултатите от приложението на интеркритериалния анализ във варианта с интерпретацията им в интерпретационния триъгълник.

Понастоящем в термините на интеркритериалния анализ се описват проблеми от различни проблемни области: приложения в различни области от икономиката и промишлеността [63, 68, 84, 85, 86, 90, 91, 93, 101, 143], приложения в метаввристичните техники [26, 27, 87, 88, 94, 95, 108, 111, 113, 114, 116, 117], приложения в невронните мрежи [136, 137, 138, 139] и други.

ВТОРА ГЛАВА

АНАЛИЗ НА РЕХАБИЛИТАЦИОННИ ПРОЦЕСИ ПРИ АНКИЛОЗИРАЩ СПОНДИЛОАРТРИТ И ХРОНИЧНО ДЕГЕНЕРАТИВНО ЗАБОЛЯВАНЕ НА КОЛЯННАТА СТАВА

2.1. Анкилозиращ спондилоартрит – болест на Бехтерев.

2.1.1. Епидемиология. Социална значимост.

Средно 0,5% от населението страда от болестта на Бехтерев. Мъжете боледуват около 4 пъти повече от жените. Заболяването засяга хора в края на пубертета и двадесетте години (възрастов диапазон 16-30 г.). Разпространението е един на 200 мъже и една на 500 жени във Великобритания. [145]

В България няма епидемиологични данни относно болестност и заболеваемост, брой диагностицирани и брой пациенти на лечение. По информация на Министерство на здравеопазването хората диагностицирани с болестта на Бехтерев са около 30 хиляди. Според специалистите има увеличение на броя на страдащите от анкилозиращ спондилит. Болните от артрити са около 1% - около 60 до 70 хил. души, докато само от болестта на Бехтерев страдат около 40 хил. души. [155]

Заболяването води до инвалидизация и има тежки последици, както за болните, така и за обществото. Клиничните симптоми и последващата болестна прогресия водят до значителни функционални затруднения и повлияване на свързаното със здравето качество на живот. Те оказват въздействие на настроението, мотивацията и способността за справяне с всекидневните дейности. При болните по-често се забелязват реактивна депресия и фрустрация, съчетани с нарушена оценка за собствената личност и трудно социално вграждане. Голяма част от засегнатите имат влошено самовъзприятие и нямат стимул за пълноценен живот. Според някои проучвания 2/3 от болните мъже имат затруднения в работата, 1/3 имат социални проблеми и над 2/3 имат нарушения в сексуалната активност. Често се установяват проблеми, свързани с енергичността и тонуса. Едно от големите опасения на страдащите от болестта е загубата на независимост. Много от тях съобщават, че се нуждаят от помощ при

обличане, къпане и пазаруване. Изразяват несигурност за бъдещето си, особено във връзка с неясната болестна прогресия. Пациентите са обезпокоени за външния си вид, притесняват се, че са прегърбени и не изглеждат добре. Болестта оказва влияние на връзката на болните със семейството и приятелите, ограничава социалния им живот. [9]

2.1.2. Същност.

Артритите са възпалителни ставни заболявания с недостатъчно изяснена етиология и патогенеза.

Анкилозиращият спондилоартрит (болест на Бехтерев) е заболяване на гръбначния стълб, но засяга и големите стави на крайниците – тазобедрена, колянна и раменна. Среща се значително по-често при мъжете. [9]

2.1.3. Етиология.

Причината за възникване на анкилозиращия спондилит все още не е напълно изяснена. Засега е известно, че отговорни за развитието на болестта са както наследствени (генетични) фактори, така и някои фактори от заобикалящата ни среда, било то вътре и вън от организма. Установено е, че склонността за развитие на заболяването се унаследява по генетичен път и мнозинството (почти 90%) от пациентите с Бехтерев са носители на един ген от комплекса на тъканната съвместимост, наречен HLA-B27 [12]. Наличието на този ген не предизвиква болестта, а само увеличава вероятността за развитие на заболяването, докато под действието на други допълнителни фактори от околната среда се появява болестта с характерните ѝ симптоми.

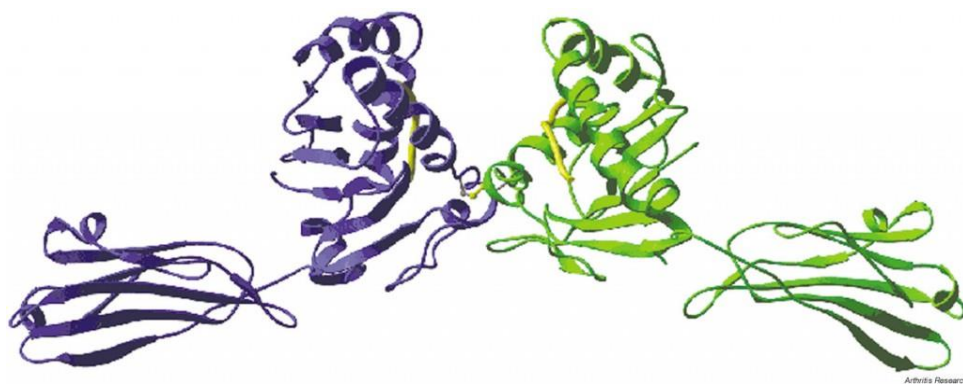
Така например 7% от населението на САЩ са носители на HLA-B27 гена, но само 1% страдат от анкилозиращ спондилит. В Скандинавия 24% от населението са носители на HLA-B27, но само 1.8% от населението страда от болестта на Бехтерев.

Освен носителството на HLA-B27, вероятно роля за възникване на заболяването играят и други наследствени фактори.

При носителите на HLA-B27, които имат роднини, страдащи от Болестта на Бехтерев, рискът за развитие на болестта е двойно по-висок, отколкото при тези HLA-B27 носители, които нямат болни роднини. Конкретната роля на

белтъка, кодиран от HLA-B27 гена е все още неизяснена. Все още не е напълно изяснено как започва възпалителният процес при болестта на Бехтерев и как уврежда определени органи. Най-вероятно първоначалното възпаление е резултат от активация на имунната система срещу определена бактериална инфекция. Поради неясни причини веднъж активирана имунната система се оказва неспособна да се „изключи“, дори когато първоначалната бактериална инфекция е отдавна затихнала. Инфекция на червата с определени бактерии (*Klebsiella*) могат да отключат ”неправилна” имунна реакция, която да отключи развитие на заболяването.

Хроничното възпаление на тъканите в резултат на продължителна активация на собствената имунна система на тялото при отсъствие на активна инфекция е най-характерната черта на възпалителните автоимунни заболявания, към които спада болестта на Бехтерев. [107]



Фиг. 2.1. Компютърен модел на HLA-B27

2.1.4. Патоморфология.

Патологичният процес започва от сакроилиачните стави. Налице е синовит, хрущялна деструкция, частична или пълна анкилоза на ставите. При тежки случаи се стига до спояване на прешлените и гръбначния стълб изглежда като бамбукова пръчка. Изглажда се поясната кифоза, засилва се гръдната кифоза, развива се сколиоза.

2.1.5. Клинична картина.

Най-характерни прояви на болестта са:

- Болка в поясно-кръстната болестта. В началото болката е непостоянна и едностранна. За няколко месеца тя става постоянна и двустранна. Засилва се през нощта и рано сутрин. Болката може да ирадира по задната повърхност на бедрото към коленната става. Болка в гърдите се появява при засягане на костовъртебралните (ребрено-гърбначните) стави. Засилва се при дишане и води до ограничаване на дихателните движения. Болка в шийния отдел на гърбначния стълб и скованост на врата се развива няколко години след началото на заболяването. [17]

- Ограничена подвижност. Постепенно движенията в гърбначния стълб се ограничават. Болката и сковаността в гръбнака събуждат болните нощем. Облекчават се след раздвижване. Гърбначните симптоми се засилват при влага и студ.

- Ентезопатия – болезнено възпаление на залавните места на сухожилията. [73]

- При част от болните може да има артрит на периферни стави. Най-често се засягат тазобедренните стави, по-рядко раменните стави, малките стави на ръцете и стъпалата.

- Могат да се наблюдават общи прояви – субфебрилитет, отпадналост, безапетитие.

- Прояви от страна на други органи:

- иридоциклит, увеит;
- аортна инсуфициция, проводни нарушения;
- върхова белодробна фиброза;
- амилоидоза на бъбреците.

2.1.6. Форми.

Различават се пет форми на болестта:

1. Централна – засяга само гърбначния стълб;
2. Ризометрична – протича със засягане на гърбначния стълб и големите съседни стави – раменна и тазобедренна;

3. Периферна – най-често със засягане на коленните и глезенните стави;
4. Скандинавска – със засягане на гръбначния стълб и малките стави на ръцете – най-рядко се среща;
5. Висцерална – с едновременно засягане на гръбначния стълб и вътрешните органи (сърце, бъбреци).

2.1.7. Диагноза.

Информацията за наличие на роднини с подобно заболяване или оплаквания е изключително важна. Особено характерни за анкилозиращия спондилит са болката и сутрешната скованост в долната част на гърба и седалището, съпроводени или не от оплаквания от други стави, сухожилия и вътрешни органи.

Важен е възрастовия диапазон, в който се появяват оплакванията, както и типичната им динамика през деня (оплакванията са по-изразени сутрин и се подобряват при последващото раздвижване през деня). Ранните симптоми на болестта могат да бъдат много нетипични (особено при жени, при които по-често засягането на гръбнака е по-леко) и затова подробното и задълбочено разпитване е изключително важно.

Клиничният преглед може да покаже белези на възпаление в ставите и ограничен обем на движение. Това е особено явно в ставите на гръбначния стълб. Може да се установи намаление на подвижността на шийната и поясната част на гръбнака, както и болезненост в областта на кръстно-хълбочните (сакроилиачните) стави, намиращи се в горната част на седалището. Способността на гръдния кош за пълно разгъване при поемане на дъх може да бъде намалена поради засягане на ставите на гръдната стена. По сериозното засягане на гръбнака придава приведена и скована стойка на пациента.

По време на клиничния преглед може да се установи засягане и на други органи - възпаление на белите дробове, възпаление на цветния диск и евентуално съдовата обвивка на очите (иридоциклит, съотв. увеит), увреждане на бъбреците, нарушения в сърдечната дейност и т.н.. Наличието на очна симптоматика може да наложи извършването на специализиран преглед от

специалист по очни болести с помощта на специални апарати като офталмоскоп, биомикроскоп и др.

За диагностициране на заболяването се използват следните критерии:

1. Болка в поясно-кръстцовата област в продължение на повече от три месеца, непроменяща се при покой.
2. Болка и скованост в гръдния отдел на гръбначния стълб.
3. Ограничено вдишване и издишване.
4. Ограничена подвижност в поясния отдел на гръбначния стълб.
5. Прекаран или наличен иридоциклит.
6. Двустранен сакроилеит.
7. Наличие на синдесмофити.

2.1.8. Изследвания.

2.1.8.1. Инструментални изследвания.

Ако информацията от прегледа, придобита дотук, предполага засягане на гръбначния стълб и други стави в тялото, лекарят ще назначи извършването на определени образни изследвания.

Най-често прилаганото и рутинно от тях е рентгенографията (рентгенова снимка) на шийна, поясна част на гръбначния стълб, сакроилиачни стави и други стави, от които произхождат оплакванията. По-рядко прилагани образни изследвания (главно поради по-високата им цена), които могат да дадат информация за засягане на изброените стави в по-ранен стадий, са компютърната томография (скенер) и магнитният резонанс. Компютърната томография е вид рентгеново изследване, което изобразява изследваната област на тялото в много тънки срезове. Магнитният резонанс е нерентгенов метод, при който под влиянието на мощен магнит тъканите в човешкото тяло излъчват сигнал, който след компютърна обработка се изобразява на монитор. Рентгеновите снимки на гръбначния стълб и сакроилиачните стави могат да покажат белези на „замъгляване“ границите на прешлените и сливането им, както и болестна извивка на гръбнака и сливане на хълбочните и кръстцовата кост. В останалите засегнати стави могат да са налице белези на деформация и стесняване на ставната междина.



Фиг. 2.2. Образно изследване на гръбначен стълб

2.1.8.2. Лабораторни изследвания.

Все още няма лабораторно изследване, което категорично да доказва или отхвърля наличието на болестта. Рутинните кръвни изследвания могат да покажат повишена скорост на утаяване на еритроцитите (червените кръвни клетки) - СУЕ, което е налице при всеки възпалителен процес в тялото и не е специфично за заболяването. Може да е налице и анемия (ниски стойности на желязосъдържащия пигмент на червените кръвни клетки), което също е неспецифично за анкилозиращия спондилит.

Наличието в кръвта на белтъка HLA-B27 подкрепя до голяма степен диагнозата, но далеч не я потвърждава. Присъствието му показва по-висок от нормалния риск за развитие или наличие на болестта. Липсата му, от друга страна, отхвърля диагнозата с доста голяма степен на сигурност, без да я изключва напълно. Назначават се изследвания на урината, за да се прецени евентуално засягане на бъбреците в хода на основното заболяване или наличието на основно бъбречно заболяване, което да предизвиква тъпа болка в областта на хълбоците (които да имитират оплакванията при болестта на Бехтерев).

За изключването или потвърждаването на другите свързани спондилартропатии като псориатичния артрит, реактивния артрит или синдрома на Райтер и артритата при болестта на Крон и язвен колит, се назначават редица специфични изследвания на кръв, урина и т.н.

2.1.8.3. Физикални изследвания.

Сакроилитът (възпалението на сакроилиачните стави) се установява чрез различни похвати:

- натиск върху тазобедренните стави, при което се получава болка;
- двустранен натиск върху илиачните кости при легнал по гръб болен;
- натиск върху сакрума при легнал по корем болен;
- похват на Mannell – болният лежи по гръб, като единият му крак е спуснат покрай леглото и върху него се упражнява натиск. Другият крак е сгънат в колянната и тазо-бедренната става, при което се получава силна болка. [122]

Подвижността на гръбначния стълб се установява чрез:

- Тест на Ott – показва подвижността в гръдния отдел на гръбначния стълб;
- Тест на Schober – показва подвижността в поясния отдел на гръбначния стълб;
- Тест на Forestie – показва екстензията в торакалния дял.

2.1.9. Лечение.

- Нестероидни противовъзпалителни средства (НСПВС) – подтискат възпалителния процес и болката;
- кортикостероиди – подтискат възпалителния процес;
- миорелаксанти – отпускат скованата паравертебрална мускулатура;
- имуносупресори (метотрексат, сулфасалазин);
- биологични средства – най-новите медикаменти в лечението на болест на Бехтерев и други ревматологични заболявания. Те овладяват активността на болестта и спират развитието ѝ.
- изключително важна част от лечението при болест на Бехтерев има кинезитерапията и рехабилитацията, която се прилага в периоди, когато заболяването е подтиснато с медикаменти или не е активно (ремисия). Целта е подвижността на гръбначния стълб и засегнатите стави да бъде запазена възможно най-дълго време.

2.1.10. Кинезитерапия при болестта на Бехтерев.

Целта на кинезитерапията е запазване подвижността и функцията на гръбначния стълб и засегнатите стави.

Задачи и средства:

Остър период – подпомагане на оздравителния процес:

1. Намаляване на болката – лечение чрез положение – физиологично, без болезненост.
2. Поддържане на кардио-респираторната дейност – чрез периодична смяна на ип, дихателни упражнения.
3. Поддържане на движенията в ставите – чрез пасивни и изометрични упражнения.

Подостър период – възстановяване здравето на болния:

1. Укрепване на общото състояние – чрез дихателни и общоразвиващи упражнения.
2. Подобряване трофиката на тъканите – чрез трофичен масаж.
3. Възстановяване на нормалния обем на движение в ставите – чрез пасивни упражнения, активни упражнения от отбременено ип, техники от ПНМУ, ПИР.
4. Засилване на мускулатурата – чрез упражнения срещу дозирано съпротивление (мануално, механично, във вода).
5. Възстановяване на правилната походка – чрез обучение в правилно изпълнение на опорната и маховата фаза при ходене.
6. Обучение в самообслужване – чрез ДЕЖ.

Хроничен период – стадия на развитие на заболяването:

- I ранен стадий – доминират болките, но няма функционален дефицит.

Подходящи са групови занимания, с продължителност 30-40 мин., най-малко 3 пъти седмично. Кинезитерапевтичният комплекс се изпълнява в домашни условия с приложение на средствата от предходния период. Препоръчва се предпочитани от болния спортове като: плуване, колоездене, пешеходен туризъм и закалителни процедури.

- II стадии – леки функционални ограничения при запазена работоспособност.

Обръща се внимание на наличните контрактури, наред с упражненията от предходния стадии се включват и такива със специална насоченост – мануална мобилизация, пасивно раздвижване на ставите във вода, подводна гимнастика, подводно душов масаж, процедури с обезболяващ характер.

- III-IV стадии – големи функционални ограничения, намалена работоспособност, инвалидизация.

От съществено значение тук са наличните анкилози. Средствата се различават значително от предходния стадии – пасивни упражнения, мануална мобилизация и изометрична тренировка е желателно да се провеждат в топла вода. Обръща се особено внимание на походката. [9]

2.1.10.1. Мускулна релаксация и стречинг при болни от болестта на Бехтерев.

Стречингът е раздалечаване на двата края един от друг на мускул или мекотъканна структура за възстановяване на нормалната му дължина и еластичност. [7]

Методически правила:

- Колкото по-специфично към даден мускул е насочено въздействието толкова по-добър е резултатът.
- При приложение на техниките не трябва да се провокира засилване на съществуващите симптоми.
- Спазва се следният ред на прилагане на различните посоки на разтягане при стречинга – ротация, флексия/екстензия, латерален наклон.
- Дозировката и изборът на вида да мануалната техника се правят в зависимост от целта на въздействието и терапевтичния отговор.
- След стречинга отпусваме бавно, за избягване на тензионна реакция.
- Мускулите се поддават на стречинг по-лесно след предварително разгръване. Техниките за стречинг се съчетават по-добре с други средства – топлина, масаж и други.

- Обстановката, където се прилагат техниките, трябва да е спокойна и приятна и да осигурява възможност за пълна релаксация на пациента.
- Прави се постоянен мониторинг на усещанията на болния при приложението на техниките. [7]

Дозировката и изборът на вида на мануалната техника се правят в зависимост от целта на въздействието и терапевтичния отговор. Ако основната цел е потискане на болката, се правят мускулни техники без пасивно разтягане на мускула във фазата на релаксация. Ако основната цел е увеличаване на мускулната еластичност и увеличаване обема на движение, се прилагат техники, включващи пасивно разтягане на мускула във фазата на релаксация.

Продължителността на задържане при стречинга варира в зависимост от отговора на тъканите, но трябва да бъде достатъчно дълга, за да се получи желаната промяна. Ако се приложи стречинга за много кратко време, се получава обратен ефект – стреч рефлекс. При изпълнението на техниките трябва да се получи усет за „поддаване” на тъканите, когато те се релаксират и удължават. Според Lewit времето на контракцията може да се удължи до 30 сек., ако е трудно да се постигне инхибиране. [7]

Противопоказания за приложение:

- дисфункция и/или болка с неясен патологичен произход.
- работи се само след уточнена клинична и функционална диагноза.

2.1.10.2. Мекотъканни техники при болни от болестта на Бехтерев.

Техниките за мекотъканна мобилизация ползотворно се интегрират в лечения, целящи да се:

- Възстанови правилната поза;
- Намали напрежението;
- Премахне болката;
- Подобри подвижността на ставата;
- Стимулира/модулира или успокои рефлекса.

Мобилизиращият масаж се характеризира с това, че мускулните техники не се изпълняват в едно определено положение на ставата, а в комбинация с различни (активни или пасивни) движения. С мобилизиращия масаж се

въздействия на пациентите в три направления: намаляване на болката, въздействие върху мускулатурата (трофично или релаксиращо) и подобряване на ставната подвижност в различните равнини. Всяка техника се изпълнява в продължение на 1-2 мин. - в началото с бавно темпо, което постепенно се ускорява. Масажът, наречен от J. C. Terrier „манипулативен“, подобрява обема на пасивните движения, активизира и провокира ставните рецептори. В резултат на комбинирането му с активните средства на кинезитерапията за повишаване на мускулната сила, се намалява болковата симптоматика, нормализират се ставната механика и физиологичните движения по всички възможни оси. [13]

Манипулативният масаж е мануално-терапевтичен метод, който съчетава ефекта на масажа върху малка по обем повърхност с този на пасивните физиологични движения. Според [15] този метод може да се определи като масаж върху пасивно задвижена част или като пасивно раздвижване на определена става, съчетано с масаж на околоставните ѝ структури или някои мускулни влакна. Техниките често се изпълняват съчетано с мануална ставна мобилизация. По принцип тази техника започва от патологичната граница на движението, повтаря се многократно, като при всяко повторение трябва да има спечелен обем, а патологичната граница на движението все повече да се доближава до физиологичната и анатомичната граница на движение.

Масажира се предимно рефлексогенните зони около ставата – залавни места на мускулите, сухожилия, лигаменти с фрикционни техники, заимствани от трансверзалния масаж, [17]. Масажната линия винаги е много къса. Мобилизира се лекуваната става в посоката и обема на физиологичните ѝ движения, съчетани с разтягане и релаксиране на масажираните структури. Много важен е ритъмът на изпълнение. Той трябва да се поддържа през цялото време на мекотъканната мобилизация. Ако това е невъзможно, техниката се прекъсва.

Основната идея на метода се базира на познанието, че неврофизиологичното дразнене на масажа и неврофизиологичното въздействие на пасивните движения притежават определена родственоост, резултат от тяхната

обща отправна точка – невромускулното управление на опорно-двигателния апарат. [11]

Масажът, насочен към опорно-двигателния апарат, на първо място въздейства чрез механичното дразнене от натиска. Не трябва да се забравя, че този натиск върху една повече или по-малко еластична тъкан винаги се придружава от област на разтягане. Дразненето при разтягане естествено се увеличава, когато натискът не е стационарен, а се придвижва.

Мобилизацията, респективно пасивното движение, произвежда преди всичко дразнения на разтягане, а всяко ратягане на една повече или по-малко еластична тъкан се придружава от повишаване на налягането във вътрешността на тази тъкан.

Ако масажът и мобилизацията се изпълняват едновременно на един и същи обект, то дразненията на двете мероприятия могат взаимно да си повлияят – да усилят, да отслабят, да „модулират“ въздействието си, което може по-фино да се диференцира при съвместното приложение на двете кинезитерапевтични средства.

Предимства на комбинирания метод:

1. Мобилизацията подпомага масажа:

- чрез пасивното движение масажираният обект се поставя в различни положения, при които се променят аспектите на масажното дразнене - ритмично сменящи се напрежение и релаксация.

- може по-добре да се отдиференцират промените в околоставните тъкани и да се дозира натискът.

- масажната линия е къса, може да се прецизира топографски, а така също по-добре да въздейства на дълбоки разположените мускули и сухожилия, изграждащи поддържащата система на скелета.

2. Масажът подпомага мобилизацията:

- масажиращата ръка се поставя близо до ставната цепка, подсигурява ставата и подпомага изпълнението на пасивните движения.

- масажът има както терапевтична, така и диагностична компонента при въздействието си, тъй като масажиращата ръка приема всяка реакция по

време на пасивните движения, контролира степента на напрежението в тъканите и може точно да се дозира силата на пасивния натиск.

- натискът на масажа може точно да локализира и да „модулира“ разтягащия (стречинг) ефект на пасивните движения.

- дразненето на механорецепторите от масажната техника води до подтискане на болковата симптоматика, което от своя страна, подобрява възможността за движение на ставата.

Получава се не просто сумиране, но и взаимно подсилване на ефекта от двете въздействия - на масажа и пасивните движения, поради родствения характер на тяхната аферентация. Това води до съкращаване на времето за въздействие и подобрява терапевтичния ефект. [11]

2.1.10.3. Масаж при пациенти с болестта на Бехтерев.

За разлика от другите възпалителни ставни заболявания, болните от болестта на Бехтерев понасят по-дълбок и силен масаж. Обяснява се с хроничното протичане на заболяването и засягане на малките, дълбоко разположени интервертебрални стави. Тук няма изразен синовит.

Масажът обхваща павертебралната зона *m. trapezius*, *m. latissimus dorsi*, глуталната мускулатура, междуребрена мускулатура. При масажа се акцентира върху пространствата между *procc. Spinosi*, върху болезнени зони в лумбалната област и на други места, където се открият. Обработват се раменния и тазовия пояс. Болният се обръща в тилен лег и се масажират гръдният кош отпред, особено внимание се обръща на междуребрени пространства. В тактиката на масажа се съобразяваме с установената от измерването патологична находка. Работи се предимно в тези места, където протича анкилозиращия процес. В тези дялове от гръбначния стълб, в които дефинитивно е завършило анкилозирането, не би могло да се очаква особен терапевтичен ефект.

Прилагат се всички основни и спомагателни похвати, като се акцентира върху дълбокото поглаждане, кръгообразно разтриване, щриховане, пилене, надлъжно омачкване. Паравертебралната мускулатура се омачква към подлежащата твърда подложка. Върху *trapezius* и *latissimus dorsi* се прилага напречно и двойно пръстеновидно омачкване. Върху глутеалната мускулатура се

прилага омесване. При болестта на Бехтерев с добър ефект се прилага апаратния масаж-подводнодушов, вибрационен. Някои автори препоръчват и специализираните масажи, особено съединителнотъканен, сегменторефлекторен, точков масаж и др., също и ПИР. [11]

2.1.10.4. Физикална терапия при пациенти с болестта на Бехтерев.

Ранен стадий – с оглед потискане на локалната възпалителна реакция, фиброзиране и болка са показани:

- Йонофореза със салицилати, KJ, CaCl₂, или новокайн, надлъжно или напречно на ангажирания участък на гръбначния стълб.
- Ултразвук, фонофореза с НСПРС или кортикостерпиди при болка, 0,4-0,5 w/cm², 4-5 мин. на поле, при минимална до умерена, локална възпалителна активност.
- Ендогенна топлина – ел. поле с ултрависокочестотни токове, дециметрови вълни са показани с оглед стимулиращо и противовъзпалително ендогенната секреция на гликокортикостероиди и действие, предимно при пролиферативна фаза на локално ставно възпаление. Атермична до олиготермична дозировка, 8-15 мин.
- Нискочестотното импулсно магнитно поле – 15-20 мин. с оглед активиращо въздействие върху микроциркулацията и вторично противовъзпалително действие.
- Лазерпунктура и лазертерапия, с оглед стимулиращо въздействие върху микроциркулацията и обменните процеси, обезболяващо и противовъзпалително действие.

Симптоматични въздействия:

- Транскутанна електрическа стимулация на нервите – честота 100-200 Hz, интензитет до 30 mA, за 30 мин.;
- Нискочестотни импулсни токове - диадинамични, ток на Trabert при интензитет до видими мускулни вибрации, са показани предимно за повлияване на болезнения мускулен спазъм, при ниска до умерена локална възпалителна активност;

- Средночестотни токове в предимно инхибиращи параметри - ИТ (с постоянна честота 100 Hz и ритмична честота 90-100 Hz) – при умерена локална възпалителна активност.

Среден стадий:

❖ При висока обща възпалителна активност:

- Криотерапия – 10-15 мин. с оглед потискане на локалната възпалителна реакция, детонизиране на мускулатурата, потискане на ноцицепцията и болевото провеждане;

- Криоелектро фореа;

- Еритемно ултравиолетово облъчване – огнищно, а при повишена локална температура, зачервяване и извън огнищно;

- Ел. поле с ултрависокочестотни токове, дециметрови вълни върху надбъбреците с оглед стимулиране ендогенната секреция на гликокортикостероиди (паравертебрално, олиготермични дозировки, 10-15 мин.).

❖ При умерена и минимална възпалителна активност:

- Йонофореза с НСПРС, фонофореза с НСПРС или кортикостероиди, ендогенна топлина – противовъзпалителни въздействия;

- Средночестотни токове (интерферентни токове, синусоидално модулирани токове) – с оглед повишаване тонуса и трофиката на удължената хипотрофична мускулатура;

- Електростимулация с нискочестотни токове с регулируеми параметри – при компресивна невропатия с отпадна двигателна симптоматика;

- Балнеолечение – с оглед повлияване на болковия синдром, мускулния спазъм, локалната възпалителна реакция, както и за стимулиране на микроциркулацията и трофиката, при не по-висока от минимална обща възпалителна, са показани радонови, а при клинична ремисия – сулфидни вани (температура 36-37 градуса, 10-15 мин., на курс 10-12 вани). Противопоказани са при висцерализация и наличие на ексудативни ставни промени.

Късен стадий – с оглед подобряване на трофиката на мускулатурата, профилактика и лечение на остеопорозата, са показани:

- Средночестотни токове със засилени дразнещи параметри – интерферентни токове с честота 0-100 Hz, постоянна честота 50 Hz, 10-15 мин.;
- Нискочестотни – ДД токове, токове на Trabert с интензитет до видими мускулни потрепвания;
- Обща локална и обща йонофореза с калций и флуор по Вермел, ултравиолетово облъчване в суберитемни дози, Нискочестотното импулсно магнитно поле, Средночестотни токове в инхибиращи и трофични параметри – с оглед повлияване на остеопорозата.

Симптоматични въздействия:

- Балнеолечение като във 2-ри стадий.
- Калолечение – показано е при мускулен спазъм и контрактури, перистиращ болков синдром, трофични нарушения на кожа и мускули. Следва да се назначава само рпи стабилизирано състояние на липсваща възпалителна активност (температура на калта – 39-40 градуса, за 15-20 мин.) [20]

2.2. Хронично дегенеративно заболяване на колянната става – Гонартроза.

Колянното изпълнява функция на междинно двигателно звено в кинетичната верига на долния крайник. Колянната става понася тежестта на тялото, трябва да има подвижност, стабилизация и динамичност, за да задържа тялото в различни пози.

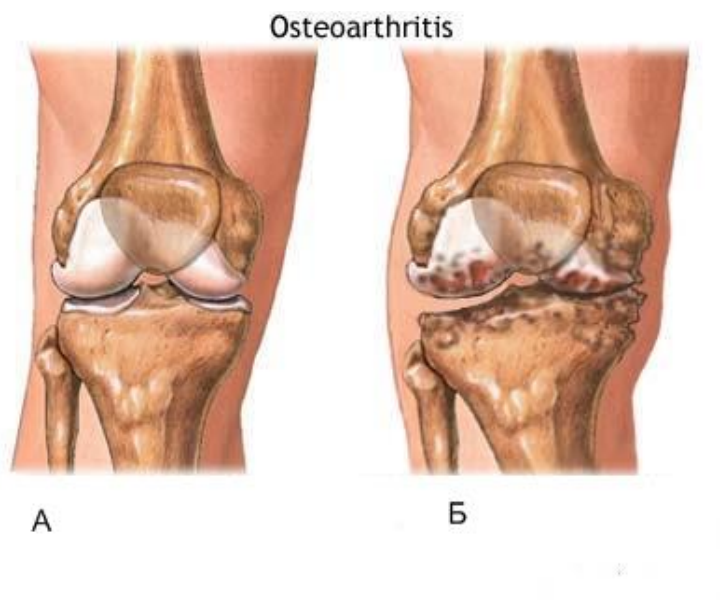
Едно от най-честите заболявания на опорно-двигателния апарат е остеоартрозата на колянната става. Тя засяга предимно хората на средна възраст, с превенция на женския пол. Гонартрозата поражда медицински, социални и психологически проблеми, които произтичат преди всичко от свързаните с нея ограничени движения на засегнатия долен крайник и тенденцията към инвалидизиране на болните. Причини които водят до износване на колянната става са старост, статични аномалии (претоварване, травми, вътреставни увреди и заболявания). Постоянното претоварване, наднормено тегло, тежък физически труд и хипокинезия са едни от най – често увреждащите фактори. [107]

Тези неблагоприятни тенденции на по-късен етап водят до оперативно поставяне на изкуствени стави. Преди оперативна намеса пациента може да бъде благоприятно повлиян с кинезитерапия. По този начин се отлага във времето оперативната намеса – ендопротезиране на колянната става.

2.2.1. Етиология, клинична картина при гонартроза.

Колянната става е една от големите стави, поемаща тежестта на тялото и от съществено значение за правилната стойка и походка. Колянната става има три отдела – външен, вътрешен и патело феморален. Гонартрозата може да бъде изолирана както само в един от тези отдели на ставата така и да засегне два от тях или и трите. Отделът на ставата, разположен от вътрешната страна на коляното е изложен на по-голямо механично натоварване и е най-често засегнат. [24]

Гонартрозата е хронично дегенеративно заболяване на колянната става, която е част от опорно-двигателния апарат, като измененията започват от ставния хрущял и постепенно обхващат ставната капсула и връзките и като се въвличат костите формиращи колянната става (Фиг. 2.3.)



Фиг. 2.3. Колянна става

А – Здрава колянна става; Б – Дегенерация на ставния хрущял.

2.2.2. Етиология.

Боледуват предимно жени с наднормено тегло, като оплакванията започват още в средна възраст. По-често се засягат и двете коленни стави, макар и в различна степен. Като причина за поява на гонартрозата са вродените аномалии (предимно статични аномалии), при които се отклоняват осите на бедрото и подбедрицата. Голямо значение също се отдава на повтаряща се травма, имаща най-често професионален характер. Прекарани вътреставни счупвания в коляното и не добре наместени, увреда на менискус, ставна нестабилност, възпалителни заболявания, хормонални заболявания при жените, съчетани с повишено/ наднормено тегло имат важно място в етиологията на гонартрозата. Според съвременната биомеханика истинската гонартроза се получава, когато се стигне до механично несъответствие между натоварването на ставата и способността на хиалинния хрущял да понесе това натоварване.

2.2.3. Патологоанатомични промени.

Промените са най-отчетливи във вътрешната страна засягащи следните ставни повърхности на ставите бедрена - голям пищял и колянно капаче - бедрена повърхност. Появяват се костни разраствания по ръбовете на ставата. Често се установяват свободни тела в ставата (ставни мишки). Кистозни промени се срещат рядко, получава се разрастване на съединителна тъкан в мастната тъкан зад колянното капаче (ретропателарно). Разраства се съединителна тъкан. Установява се недостатъчност на връзковият апарат.

2.2.4. Симптомите на гонартрозата.

1. Най-честият симптом на гонартрозата е болката. Обикновено тя се усеща по-силно от вътрешната страна на коляното или зад капачето. Характерна е и болката при слизане от стълби или при ставане от ниско столче. В началните стадии болката се появява при по-интензивно натоварване на коляното и отшумява при покой, а в по-напредналите става почти постоянна и независеща от натоварването. [24]

2. Оток на ставата с преходен хидропс.

3. Скованост в ставата.

4. Постепенно ограничаване на сгъването и разгъването в коляното.

5. Хипотрофия на четириглавия мускул на бедрото.
6. Наличие на крепитации при движения в колянната става.
7. Изкривяване на подбедрицата навътре към другия крак (варусна деформация) или по-рядко навън (валгусна деформация).
8. Флексионна контрактура.
9. Деформация на ставата до такава степен, че формата на коляното да се промени изцяло и да се наруши съществено походката.

2.2.5. Образни изследвания.

1. Конвенционална рентгенография.
2. Магнитно-резонансна томография (МРТ) и Компютърна томография (КТ).
3. Сонографско (ултразвуково) изследване.

2.2.6. Лечение.

2.2.6.1. Медикаментозно лечение.

Медикаментозното лечение включва – нестероидни противовъзпалителни средства, аналгетици, кортикостероиди, хондропротектори.

2.2.6.2. Консервативно лечение.

Според Загоров [9], принципно се върви от консервативно лечение (медикаменти, рехабилитация, физиотерапия), през вътреставни инжекции към оперативно лечение (артроскопия, остеотомии, изкуствена става). Кое е най-подходящо за определен пациент на определен етап решава лекуващият ортопед, [107].

За съжаление все още не съществуват методи за премахване на артрозата. Според Димитрова [7] посредством новите терапии обаче тя може да бъде оптимално лекувана и до голяма степен да се спре нейното развитие. Такъв съвременен метод на лечение е лазерната терапия. Новата лазерна терапия спестява хирургичната намеса в голям процент от случаите. Тя комбинира видими лъчения и невидими инфрачервени лъчи, които достигат до точно определена област на дълбоко разположени тъкани. Лазерът въздейства върху ставната капсула и ставният хрущял. По този начин се стопират дегенеративните изменения в ставата. Намалява възпалението и отока, а оттам и болката. След

направеният курс лечение с лазерна терапия пациентите могат да се движат много по свободно и без болки. Не малка част от тях оставят бастуните и патериците, [24].

Консервативното лечение включва обременяване на ставата, намаляване на телесната маса, ползване на помощни средства (патерици, бастуни и др.), накованки и други динамични шини за коригиране центража на долния крайник, промяна на петата/ токовете на обувките, коригиращи подложки при варусна или валгусна деформация. В консервативното лечение се включват и физиотерапевтични процедури, балнеосанаториално лечение, както и кинезитерапевтични процедури за поддържане тонуса на мускулатурата и увеличаване обема на движение.

Препоръчва се масаж в различните му разновидности – мануален, хидромасаж, механотерапия, малко подвижни игри. Много подходящи са велотренировката на стационален тренажор и плуване (водна гимнастика). Кинезитерапевтът трябва да работи в колаборация с целия рехабилитационен екип – ортопед, ревматолог, общопрактикуващ лекар, медицинска сестра, социален работник и други.

2.2.6.3. Оперативно лечение.

Към оперативно лечение се преминава при неуспех на консервативното. Прилагат се следните методи:

1. Артроскопия и дебридман (отстраняване) на свободни хрущялни фрагменти вътре в ставата.

2. Абразионна хондропластика.

3. Мозаечна (хрущялна) пластика при ограничени дефекти.

4. Остеотомия, която коригира неточния центраж на долния крайник.

5. Колянна ендопротезиране - съществуват два вида колянни ендопротези: уникондилни и тотални, като последните са по-разпространени. При уникондилните се премахва хрущяла и част от костта на единия отдел на колянната става, докато при тоталните колянни ендопротези се отстранява хрущяла и част от костта на износените външен и вътрешен отдел на ставата между бедрото и големия пищял, а също и хрущяла и част от задната повърхност

на капачката. Отстранените отдели и при двата вида ендопротези се заместват от метални или пласмасови компоненти. Протезата се прикрепва чрез костен цимент или се вгражда в костта. Всички тотални колянни изкуствени стави се състоят от следните компоненти: бедрена компонента, тибиялна компонента, пателарна компонента и пластмасов инлей.

2.2.7. Физикална терапия.

Целта на кинезитерапията при гонартроза е както при всички дегенеративни ставни заболявания е максималното възможно възстановяване на опорно – двигателната функция на долните крайници [10]. Според проучвания [144], повечето от упражненията при пациентите с остеоартрит са базирани върху биомеханичната концепция, че мускулите осъществяват важна протективна функция на ставите, чрез поддържане на нормално алиниране и абсорбция на стрес-натоварването. При пациентите с остеоартрит се наблюдава и атрофия на мускулни влакна, по-изразена от тази, настъпваща с възрастта. Така натоварването което не може да бъде поето от тези отслабени мускули, сухожилия и лигаменти, се пренася върху ставния хрущял и подлежащата кост. Затова кинезитерапевтичната програма акцентира върху тренировката на *m.quadriceps femoris*, и най-вече на *m.vastus medialis*.

Основните функционални проблеми при остеоартрит на колянната става са: болка по време на движение или натоварване на ставата (ходене, качване/слизване по стълби), ограничение в обема на движение (и затруднения при осъществяване на ДЕЖ, изискващи по-голяма флексия в колянната става), мускулен дисбаланс и намалена мускулна сила, ограничена двигателна активност [102]. Кинезитерапията при пациенти с остеоартрит (гонартроза) трябва да съчетава функционално възстановителен, компенсаторен и образователен елемент.

Задачи и средства:

1. Мобилизиране на меки тъкани – използва се масаж за подобряване подвижността на лигаментите, сухожилията, инсерциите и сухожилните сраствания.

2. Намаляване на болката и протекция на ставата – усвояване на правилна позиция в леглото, използване на шини за избягване на контрактури и деформации. Усвояване на правилни активни упражнения в пълен обем на движение.

3. При ограничаване на ставната игра – прилагане на подходящи техники за ставна мобилизация. (Чрез ставната мобилизация може да се разтяга скъсената ставна капсула).

4. Удължаване на скъсената тъкан – прилагане на автостречинг или механичен стречинг.

5. Поддържане на мекотъканната и ставната подвижност – прилагане на пасивни, активно асистиранни или активни движения. Прилагат се в границите на възможния безболезнен обем на движение.

6. Възстановяване на мускулния контрол – прилагат се активни движения в безболезнен обем, постепенно се включва леко съпротивление.

7. Поддържане на мускулната функция и профилактика на срастванията около пателата – изометрични контракции за квадрицепса и ишиокруралната мускулатура от безболезнени позиции.

8. Възстановяване на стабилизацията на мускулите – контролирани упражнения в затворена кинетична верига. Натоварването се увеличава или посредством увеличаване на амплитудата на движенията, или чрез намаляване на оказаната помощ.

9. Мускулна издръжливост – в началото се прилагат активни упражнения с акцент върху контрола, постепенно се включва съпротивление. Спазва се правилото за ниското натоварване и голям брой повторения, без да се нарушава координацията. Трябва да се спира при усещане на умора. [19]

2.2.7.1. Ставна мобилизация.

Мануалната ставна мобилизация на периферните стави е насочена към възстановяване на ограничената ставна подвижност. На базата на функционално изследване на ограничената ставна игра се провеждат строго целенасочени мобилизационни техники за всяка става от ръката на терапевта. Мануалната мобилизация възстановява ставната игра и премахва болката, което е и

основната цел на техниката. Мануалната терапия излиза извън рамките на чистата терапия, защото с техниките се преследва не само лечение, а също и профилактика на обратимите ставни ограничения и рехабилитация – за интегриране на болния в неговата битова и трудова среда.

Организмът е едно цяло. Функционалните промени в ставите почти винаги са свързани с функционални находки в мускулите – и обратното, мускулните промени влияят рефлекторно върху ставната функция. Двата компонента на опорно-двигателната система трябва да се изследват заедно.

Методически правила и изисквания - пациентът трябва да е максимално релаксиран, терапевтът трябва да заеме удобна позиция. Ставите трябва да са във физиологична изходна позиция (позиция на ставна релаксация). При мобилизацията единият сегмент се фиксира – стабилизира, обикновено проксималния, а другия се мобилизира. Контактът към ставата трябва да е непосредствено до ставната цепка и да не предизвиква болка. Мобилизацията трябва да се провежда в посока земната повърхност – използване на гравитацията, при големи стави мобилизацията се подпомага с тежестта на терапевта. Мобилизацията се прави винаги от положение на предварителна тракция, спазва се конвексно – конкавното правило на Kaltenborn. Мобилизацията не трябва да създава усещане за пренапрежение и сегментите, които не се мобилизират трябва да се изолират надеждно. Първите движения са пробни – дали има усещане за болка, дали правилно е фиксирана ставата.

Степен на въздействие при ставна мобилизация. Интензитетът на въздействие при ставна мобилизация е субективен фактор. В съвременната мануална терапия се използват най – често две системи за определяне на дозировката на мануалното въздействие:

Степени на осцилаторно въздействие (Maitland):

Степен 1 – ритмична осцилация с малка амплитуда в началото на възможната подвижност.

Степен 2 – ритмична осцилация с голяма амплитуда, във възможния ОД, но без достигане на граница на възможна подвижност.

Степен 3 – ритмична осцилация с голяма амплитуда, изпълнена в края на възможната подвижност, с навлизане в тъканното съпротивление.

Степен 4 – ритмична осцилация с малка амплитуда, на граница на възможната подвижност, с навлизане в тъканното съпротивление.

Степен 5 – високоскоростен тласък с малка амплитуда за разкъсване на сраствания и преодоляване на ставен блокаж на границата на възможната подвижност.

Степен на константно въздействие (Kaltenborn):

Степен 1 (релаксиране) – дистракция с малка амплитуда, без да се стресира ставната капсула.

Степен 2 (обтягане) – дистракция достатъчна за да бъдат обтегнати ставните структури, но без стречинг. Kaltenborn я определя като обирание на лакситета.

Степен 3 (стречинг) – дистракция или плъзгане с голяма амплитуда, достатъчна да предизвика стречинг на ставна капсула или околоставните мекотъканни структури. [18]

Показания за прилагане:

- Увеличаване на ставна подвижност;
- Намаляване на ставна болка;
- Намаляване на мускулен гард/спазъм;
- Поддържане на ставна подвижност.

Противопоказания за прилагане:

- Тумори;
- Възпалителни ставни заболявания с вътреставен оток;
- Незараствали фрактури;
- Нестабилизирани луксации;
- Остра болка;
- Хипермобилитет и ставна нестабилност;
- Ендопротезирани стави;
- Остеопороза;
- Подостър зудеков синдром;

- Системни съединително – тъканни заболявания; [18]

2.2.7.2. Мобилизация на периферни нерви.

Мобилизацията на нервната система е кинезитерапевтичен метод за диагностика и лечение. При него се разчита на промяната на невромеханиката чрез механично въздействие върху нервните тъкани и заобикалящите ги структури. Всяко движение е свързано с определен механичен и физиологичен отговор от страна на нервните тъкани. Този отговор включва плъзгане на нерва спрямо околните тъкани, компресия, елонгация, тензия и промени в интраневралната микроциркулация, аксонния транспорт и предаването на нервни импулси. Терминът „нервна тензия“ е непълен и се налага раширяването му, за да отразява два вида промени в механичните и физиологичните механизми.

Прилагането на тестове за невродинамика е основната част от мобилизация на нервната система. Използването на тензионните тестове като диагностичен метод цели да стимулира механично и да движи нервните тъкани, за да оцени тяхната мобилност и чувствителност към механичен стрес.

Тестовите за невродинамика са комбинация от пасивни движения на тялото и крайниците, изпълнявани от терапевта, с които се цели да се стимулират механично и да се движат нервните тъкани, за да се оцени тяхната мобилност и чувствителност към механичен стрес.

Базовите тестове за невродинамика:

- Пасивна флексия на шията;
- Повдигане на прав крак;
- Пасивна флексия на колянна става от лег;
- Флексионен тест за туловището;
- Тестове за горен крайник.

Показания за приложение – при клинични състояния, свързани с нарушена мобилност и еластичност на нервната система:

- Мускулно скъсяване и контрактури;
- Ограничен обем на движение;
- Абнормален мускулен тонус, включително спастичност и клонус;

- Нарушена сетивност;
- Болка, включително главоболие;
- Циркулаторни нарушения.

Противопоказания за приложение – остра фаза на неврологични белези; влошаване на неврологичните белези; лезия на гръбначен мозък. Чрез тестовете за невродинамика се изследват мобилността и еластичността на нервната система. Периферният нерв трябва да може да се плъзга по продължение на съседните меки тъкани, и да се разтяга. Това му осигурява възможност да се адаптира към движенията на тялото и крайниците. [6]

2.2.7.3. Методи за изследване.

Един от използваните методи за изследване е ъглометрията, която се прилага с отчитане на резултатите по стандартната SFTR методика. Ъглометрията е метод за измерване на обема на движение в ставите. Резултатите се отчитат и записват по SFTR методиката където: S обозначава сагиталната равнина, F – фронталната, T – трансверзалната, а след R се записват ротаторните движения. Резултатите се записват с три цифри като в средата се отбелязва изходната (нулевата) позиция на ставата. Измерването на физиологичния активен обем на движение в колянната става осъществихме с универсален двураменен ъгломер, отчитайки резултатите по стандартната SFTR-методика. [19]

Друг широко използван метод е ползващия генеричен инструмент за оценка на общото здравословно състояние Health Survey Form (SF-36). Той е разделен на физикална и ментална компонента и оценява различни аспекти като жизненост, физическа функция, болка, общо състояние, емоционално състояние, социална реализация и други. Той има 8-скален профил на функционалните резултати за здравето и общото благосъстояние, психометрично базирано обобщено измерване на физическото и душевно здраве, както и преференциално базиран индекс на здравната ползност. Този инструмент има широко приложение, защото може да се използва независимо от възрастта или патологията на пациентите. Генеричният инструмент дава информация за функционалното и общото състояние от гледна точка на пациентите. [146]

2.2.7.4. Кинезитерапия.

Целта на кинезитерапията е поддържане и подобряване на функцията в коленните стави и на целия долен крайник.

Задачи на кинезитерапевтичната методика:

1. Намаляване на болковата симптоматика и отока в засегнатите коленни стави.
2. Подобряване на ставната трофика.
3. Преодоляване на мускулния дисбаланс в засегнатите стави.
4. Увеличаване на безболезнения обем на движение.
5. Подобряване на нервно-мускулния контрол и увеличаване на мускулната сила.
6. Поддържане подвижността и функцията на съседните стави.
7. Тренировка на координацията и баланса.
8. Подобряване на походката и обучение в правилно ходене.

Средства на кинезитерапевтичната методика:

1. Криотерапия.
2. Ставно - Мобилизационни техники.
3. Техники за Мобилизация на периферни нерви.
4. Пасивни и активни упражнения.
5. Дихателни упражнения.
6. Изометрични упражнения.
7. Упражнения с TheraBand лента и ринг.
8. Упражнения срещу съпротивление.
9. Техники от ПНМУ
10. Упражнения в затворена кинетична верига.
11. Координационни упражнения.
12. Релаксиращи масажни техники.

2.2.7.5. Методика на кинезитерапия.

Процедурите на кинезитерапия се определят от състоянието на болните. На пациентите се прилага консервативна методика на кинезитерапия при първична гонартроза. На пациентите се провеждаха индивидуални занимания. Продължителността на заниманията е 45 минути, упражненията се повтарят 10 – 15 пъти. Чрез прилагането на криотерапия се цели намаляване на болковата симптоматика и намаляване оточността на засегнатия крайник. Криотерапията се извършва с ледено блокче, до зачервяване за 3-5 мин.

Пасивно се прилага и мобилизация на пателата, тъй като функцията на пателофеморалната става има не малко значение за нормалната функция на коленния комплекс. Чрез мобилизация на тибиофеморалната става, която осъществяваме с тракция по оста на подбедрицата, се постига разминаване на ставните повърхнини и навлизане на ставна течност между тях. Така се подобрява допълнително трофичния процес.

Чрез прилагането на пасивни упражнения в безболезнен обем се цели подобряване на трофиката на засегнатата област без да предизвикваме болка. Многократното повторение на пасивните упражнения дава възможност за раздвижване на ставната течност.

Мобилизация на периферните нерви се прилагат за подобряване на циркулаторните нарушения, ограничения обем на движение и контрактури. Следи се за проявяваща се симптоматика на пациента. Прилагат се и аналитични упражнения от изходно положение тилен лег и седеж, с тежест от 1кг или 1,5 кг за засилване на quadriceps femoris.

Чрез прилагането техники от ПНМУ – Задържане-Отпускане (Hold Relax) се намалява мускулния тонус и се увеличава обема на движение в дадената става. При липса на болка и оплаквания включваме упражнения в затворена кинетична верига - мини клекове за подобряване стабилизаторната функция и контрол на мускулите. Подобряването на походката постигаме чрез ходене с визуален контрол пред огледало. Целта е подобряване на координацията и стабилността.

ТРЕТА ГЛАВА

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ РЕЗУЛТАТИ ОТ ПРИЛАГАНЕТО НА ИНТЕЛИГЕНТНИ МЕТОДИ ЗА АНАЛИЗ НА РЕХАБИЛИТАЦИОННИ ПРОЦЕСИ

3.1. Прилагане на интеркритериален анализ при пациенти с анкилозиращ спондилоартрит – болест на Бехтерев.

Обект на изследване е здравният статус на пациентите с ревматоиден артрит по отношение на качеството им на живот. Наблюдаваните пациенти са на възраст от 25 до 80 години, разпределени са в две групи – експериментална и контролна група. Разпределението на пациентите по брой, е както следва: контролна група – 45 пациента, от които 38 жени и 7 мъже, експериментална група – 43 пациента, от които 33 жени и 10 мъже. [115]

3.1.1. Стандартизиран тест за изследване - Health Survey Form (SF-36).

Тестът SF-36 е многоцелеви, стандартизиран тест за установяване на здравно състояние, включващ в себе си 36 въпроса. Той има 8-скален профил на функционалните резултати за здравето и общото благосъстояние, психометрично базирано обобщено измерване на физическото и душевно здраве, както и преференциално базиран индекс на здравната полезност.

36-те пункта на въпросника са групирани в осем скали: физическо функциониране, ролева дейност, физическа (телесна) болка, общо здраве, жизнеспособност, социално функциониране, емоционално състояние и психическо здраве. Показателите на всяка скала варират между 0 и 100 точки, където 100 представлява пълно здраве, а всички скали формират двата основни показателя: душевно и физическо благополучие (психологически и физически компонент на здравето). [145]

Количествено се оценяват следните показатели:

1. Физическо функциониране (Physical Functioning - PF), отразяващо степента, в която физическото състояние ограничава изпълнението на физически натоварвания. Ниските показатели по тази скала свидетелстват за това, че

двигателната активност на пациента значително се ограничава от състоянието на неговото здраве.

2. Ролево функциониране, обусловено от физическото състояние (Role-Physical Functioning - RP), това е влияние на физическото състояние върху ежедневната ролева дейност. Ниските показатели по тази скала свидетелстват за това, че ежедневната дейност е значително ограничена от физическото състояние на пациента.

3. Интензивност на болката (Bodily Pain - BP), оценява се нейното влияние на способността за занимания с ежедневните дейности, включително работа в къщи и извън дома. Ниските показатели на тази скала свидетелстват за това, че болката значително ограничава активността на пациента.

4. Общо здравно състояние (General Health - GH), това е оценка на болните за своето здравно състояние в настоящия момент и перспективите за лечение. Колкото по-нисък е резултатът по тази скала, толкова по-ниска е оценката за състоянието на здравето.

5. Жизнеспособност (Vitality - VT), подразбира се чувството за изпълване със сили и енергия или, обратно, усещане за слабост. Ниският бал свидетелства за лесна уморяемост на пациента и понижаване на жизнената му активност.

6. Социално функциониране (Social Functioning - SF), определя степента, в която физическото или емоционално състояние ограничават социалната активност. Ниските стойности свидетелстват за значително ограничаване в социалните контакти, понижение нивото на общуване свързано с влошаване на физическото и емоционално състояние.

7. Ролево функциониране, обусловено от емоционалното състояние (Role-Emotional - RE), то предполага оценка на степента, в която емоционалното състояние пречи на изпълнението на работните задължения или друга ежедневна дейност. Ниските показатели по тази скала се интерпретират като ограничение в изпълнението на ежедневна работа, обусловено от влошаване на емоционалното състояние.

8. Психическо здраве (Mental Health - MH), характеризира се с наличието на депресивно настроение, тревога, оценява общият процент на положителни

емоции. Ниските показатели свидетелстват за наличието на депресивни, тревожни преживявания, психическо неблагополучие. [145]

3.1.1.1. Методика на кинезитерапевтична програма при контролната група (КГ).

Целта на провежданата кинезитерапевтична програма при пациенти с ревматоиден артрит е възможно постигане на функционално повлияване, съобразено с рехабилитационният потенциал. Прилагат се следните средства на кинезитерапията:

1. Пасивни упражнения за китка и ръката.

Движенията се извършват внимателно и контролирано, като се изпълняват пасивни упражнения във физиологичните оси на трите равнини на движение. Изпълняват се упражнения за флексия, екстензия, абдукция, аддукция и циркумдукция на гревенна става. Интер-фалангиалните стави и метакарпо-фалангиалните се упражняват в сагиталната равнина. Метакарпофалангиалните стави на пръстите и карпо-метакарпалната става на палеца се упражнява във фронталната равнина, като се осъществява и циркомдукция. Ставите на пръстите се упражняват поотделно или комбинирано заедно с китката. В голямата част от литературните източници се споменава за положително повлияване на болковия синдром и подобряване на функционалния обем на движение, което съвпада и с нашите наблюдения.

2. Аналитични упражнения.

Тези упражнения се включват след прилагане на пасивните движения, спазвайки принципите на постепенност и разсеяност. Включените в програмата активни аналитични упражнения се изпълняват при елиминирана гравитация, като изпълнението им се осъществява в обем на движение до болка, а темпото е бавно с малки повторения.

3. Теренкур – обучение в изпълнение на различни видове ходене, поради тенденцията към поява на плоскостъпие при пациентите с ревматоиден артрит. Изпълнението на тези занимания се извършва в специални зони с подходящи пътеки за изкачване и слизване и определни места за почивки. Темпът е бавен до умерен. Изпълняват се 60-80 крачки в минута, отчитат се с крачкомер.

4. Подводна гимнастика – изпълва се частична вана за изпълнение на упражнения във водна среда за горни крайници. Водната среда се характеризира със следните свойства: термичен и механичен дразнител. Подводната гимнастика има редица преимущества. Тя дава възможност за постигане на определени физиологични въздействия върху организма, които не можем да получим във въздушна среда. Ефектът се дължи на физическите свойства на водната среда: температура, подемна сила, съпротивление на водата.

Проведените упражнения във водната среда се изпълняват до 10 пъти по-лесно, което улеснява правилното им и безболезнено изпълнение. Значително се повлиява и оттока на ставите. Околоствните тъкани стават по меки и еластични, има изразен болкоуспокояващ ефект.

5. Упражнения за изграждане на мускулен корсет – изпълняват се упражнения за релаксиране на статичните мускули и за засилване на динамичните мускули с движения срещу съпротивление. Изпълнението им цели да постигнем пълно равновесие - баланс на статични и динамични мускули и да се повлияе мускулния дисбаланс.

6. Резистивни упражнения – изпълняват се упражнения за комплексни движения на пръстите срещу съпротивление осъществявано от еластична лента, силиконово топче и силиконов пластелин. При изпълнението се съобразяваме движенията да не са с висока интензивност, по-бавен темп и дозирани почивки.

7. Активни упражнения с и на уреди – прилагат се упражнения за финна моторика на горни крайници с подходящо избрани помощни уреди като, дървени пъзели с различни размери на захвата, рингчета, гумени и силиконови топчета.

8. Мануална мобилизация на периферни стави.

Използва се ставно – мобилизационни техники за намаляване ставната скованост и подържане наличната подвижност в ставите.

Интерфалангиални стави – мобилизацията се изпълнява в латеролатерална, дорзовентрална посока като тракцията се прилага в двете посоки. Фиксирането е на проксималната фаланга, а мобилизацията се извършва с движение в дисталната фаланга. За латеролатералната посока палците и

показалците се поставят странично, а за дорзална посока – отдолу и отгоре на фалангите.

Мобилизацията на метакарпо-фалангиални стави и главичките на метакарпалните кости се изпълнява в латеролатерална, дорзовентрална посока след тракция, тук се прилага и ротация. Фиксирането и извършването на мобилизацията става с палеца и показалеца на фиксиращата и мобилизиращата ръка, поставени напречно на посоката на плъзгане.

При ограничена палмарна флексия се изпълнява мобилизация на проксимален ред на карпалните стави спрямо радиуса и улната. Извършва се манипулация, като с единия и другия палец се фиксира срещу бодилковите израстъци на радиуса и улната, а показалците са поставени палмарно върху горния ред. След тракция се провежда мобилизация на горния ред в дорзална посока. При ограничена дорзална флексия се мобилизира дисталният ред карпални костици спрямо проксималния ред в палмарна посока. С разноимената ръка се обхваща горният ред на карпалните кости, дорзално, непосредствено подлъгяевата и лакетната кост. Другата ръка обхваща дорзално долния ред. След изпълнение на тракция мобилизацията се изпълнява дорзо-палмарно.

9. Изометрични упражнения – прилагат се внимателно, с подходяща дозировка от облекчено изходно положение за съответната ставата. Тези упражнения са подходящи в бавен темп и без болка и в острия стадии. Изометрични контракции на мускули се прилагат и при незасегнати стави, с цел поддържане мускулната сила и тонус.

10. Проприоцептивно Нервно-Мускулно Улесняване (ПНМУ) – използва се феномена на сукцесивна индукция целяща засилване на активните движения, чрез релаксиране мускули участващи в други движения. По този начин се повлиява постепенното и правилно вграждане на засегнатата става в модела на движение на крайника.

11. Механотерапия – използват се уреди за улесняване и подпомагане на движенията в гъривнена става, пръстите, изпълнение на захватите; движения в радио-улнарна става - супинация и пронация; флексия и екстензия в лакетна става; абдукция, аддукция и вътрешна и външна ротация в раменна става.

Използват се и уреди за комбинирано извършване на движенията в повече от една стави на горен крайник. В началото движенията се извършват с асистиране и помощ от кинезитерапевта до подобряване на болковия синдром и повлияване на функционалната подвижност на ставите.

12. Лечение с положение.

Прилага се както в острия, подострия и хроничния стадии. В острия и подострия стадии лечението с положение има за цел да повлияе главно болката и поставяйки засегнатата става във физиологична позиция да предотврати отпускането на слабите (динамични) мускули с цел превенция на мускулния дисбаланс. В хроничния стадий лечението с положение се прилага в заключителната част на комплекса с цел подобряване и по-бързо възстановяване, чрез релаксиране на мускулите около засегнатата става.

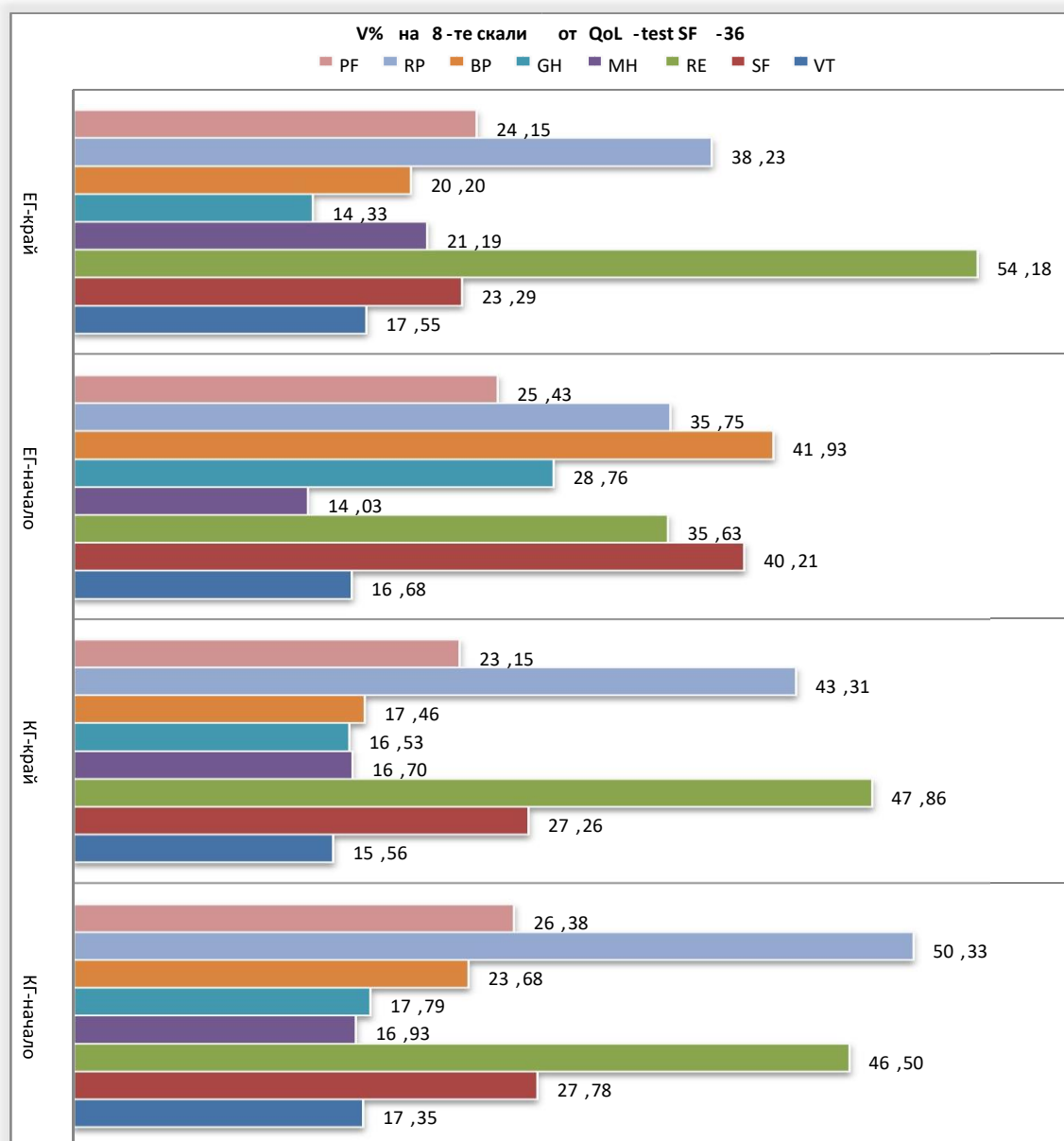
Дозировката на натоварването се увеличава постепенно. Времетраенето на процедурата по кинезитерапия е 45 - 50 минути, упражненията се изпълняват в умерен темп с по-малко на брой и по-кратки почивки. За засилване на дадени мускули и мускулни групи се използва преодоляване на съпротивление. Изпълнение от отбременено изходно положение за засегнатите стави в обем на движение до болка, съчетани с дишането. [115]

3.1.1.2. Методика на кинезитерапевтична програма при експерименталната група (ЕГ).

Методиката на провежданата кинезитерапия в експерименталната група е идентична с тази в контролната група. [115]

Получени резултати от стандартизиран тест SF36 след проведено лечение са представени на Фиг. 3.1. Показани са всички получени от проведените изследвания данни за осемте показателя на SF-36 при двете групи ЕГ и КГ-начало и край. Големите очевидни флуктуации подчертават още веднъж пристъпния характер на заболяването, ревматоидният артрит, неговата непредсказуемост и трудна до невъзможност предвидимост. Потвърждава се хипотезата, че наред с медикаментозното и физикалното апаратно лечение, кинезитерапия, може да промени някой от показателите на SF-36 теста за качеството на живот на пациентите с ревматоиден артрит в положителна насока,

въпреки непредвидимия характер в протичането му и постоянно поднасяните изненади за терапевта и пациента.



Фиг. 3.1. Резултати от стандартизирания тест SF36

μ	PF	RP	BP	GH	MH	RE	SF	VT
PF	1	0.5	0.833333	0.666667	0.5	0.333333	0.666667	0.666667
RP	0.5	1	0.333333	0.5	0.666667	0.5	0.5	0.5
BP	0.833333	0.333333	1	0.833333	0.333333	0.166667	0.833333	0.5
GH	0.666667	0.5	0.833333	1	0.166667	0	1	0.333333
MH	0.5	0.666667	0.333333	0.166667	1	0.833333	0.166667	0.833333
RE	0.333333	0.5	0.166667	0	0.833333	1	0	0.666667
SF	0.6667	0.5	0.833333	1	0.166667	0	1	0.333333
VT	0.666667	0.5	0.5	0.333333	0.833333	0.666667	0.333333	1

Таблица 3.1. Резултати за „принадлежност“ на интуicionистки размитите двойки

v	PF	RP	BP	GH	MH	RE	SF	VT
PF	0	0.5	0.166667	0.333333	0.5	0.666667	0.333333	0.333333
RP	0.5	0	0.666667	0.5	0.333333	0.5	0.5	0.5
BP	0.166667	0.666667	0	0.166667	0.666667	0.833333	0.166667	0.5
GH	0.333333	0.5	0.166667	0	0.833333	1	0	0.666667
MH	0.5	0.333333	0.666667	0.833333	0	0.166667	0.833333	0.166667
RE	0.666667	0.5	0.833333	1	0.166667	0	1	0.333333
SF	0.333333	0.5	0.166667	0	0.833333	1	0	0.666667
VT	0.333333	0.5	0.5	0.666667	0.166667	0.333333	0.666667	0

Таблица 3.2. Резултати за „непринадлежност“ от интуicionистки размитите двойки

В таблици 3.1. и 3.2. са представени получените резултати от прилагането на интеркритериалния анализ на данните от рехабилитационните процеси, [1*].

Наблюдава се силна зависимост при два от показателите – социално функциониране и здравословно състояние. Нормално е тези два фактора да са свързани, защото до голяма степен здравословното състояние определя социалното функциониране. Когато човек е в много добро здравословно състояние – физическо и емоционално, той се чувства добре, има самочувствие и така подобрява социалното си функциониране. Обратното, ако човек е болен, не се чувства добре както емоционално, така и физически това пречи на социалния му живот. Пациента се депресираща, затваря се в себе си и няма желания да се социализира. Получените резултати убедително показват тази много силна връзка между двата критерия. [2*].

Други критерии, които са със сравнително висока зависимост по между си са:

- Интензивност на болка и физическо развитие – тук също отчитаме висока зависимост между двата критерия. Това е така, защото когато пациента не изпитва болка, той е способен да се развива физически. Всички дейности, които не предизвикват болка се изпълняват с желание и удовлетворителност от пациента. Обратно, ако болката персистира, ако е постоянна и непреодолима, пациента се отказва от определени упражнения и дейности от ежедневието му. Това влошава физическото му развитие, пациента се обездвижва с последваща атрофия на мускулатурата.

- Здравословно състояние и интензивност на болка – същите зависимости се наблюдават и при показателите здравословно състояние и интензитет на болка. Когато здравословното състояние е добро, интензитета на болка намалява и обратно.

- Социално функциониране и интензивност на болка – аналогични връзки се установяват и при тези показатели.

- Жизненоспособност и психично здраве – силна зависимост има и при тези два критерия. Когато психичното здраве е добро, жизненоспособността на пациентите се увеличава.

Критерии, които са със сравнително слаба зависимост по между си са:

- Здравословно състояние и ролево функциониране, обусловено от емоционалното състояние – тук се наблюдава много слаба зависимост между двата критерия, защото те са различни по своята същност. Здравословното състояние на пациентите може да не е добро, а пък емоционално те да искат да са с високо ролево функциониране. Пациентите трябва да гледат обективно на своето заболяване и моментно състояние.

- Социално функциониране и ролево функциониране, обусловено от емоционалното състояние – тук също се наблюдава много слаба зависимост между двата критерия, поради аналогични на гореизложените причини. [150]

3.1.2. Специализирана кинезитерапевтична методика при пациенти с анкилозиращ спондилоартрит с акцент на двигателния компонент.

В представеното изследване са наблюдавани 25 пациенти, от които 14 жени и 11 мъже на възраст от 25 до 67 години. Приложена им е специализирана методика на кинезитерапия с цел да се увеличи обема на движение в шиен дял и да се намали сковаността. Кинезитерапевтичните методи на лечение, които са приложени в този случай са [115]:

1. Изследване на болката - количествено измерване на болката по визуално-аналоговата скала (ВАС), като степен 0 означава липса на болка, а степен 10 – максимална болка. Пациентът сам определя степента на болка.

2. Ъглометрия по SFRT методика - ъглометрията е метод за измерване на обема на движение в ставите. Резултатите се отчитат и записват по SFRT методиката, където: S обозначава сагиталната равнина, F – фронталната, Т – трансверзалната, а след R се записват ротаторните движения. Резултатите се записват с три цифри като в средата се отбелязва изходната (нулева) позиция на ставата. Измерването на физиологичния активен обем на движение в цервикалния дял на гръбначния стълб се осъществява с универсиален ъгломер, отчитайки резултатите по стандартната SFRT – методика.

Подвижността на гръбначния стълб се измерва в три оси на движение: флексия/екстензия, латерален наклон вляво и вдясно и ротации.

- Флексия – максималната флексия достига 80-90°. Ориентировъчно при нормален обем, долната челюст трябва да достигне стернума при затворени устни или отстоянието да е не по-голямо от два пръста.

- Екстензия – нормалния обем на екстензия е около 70°. Нормално при максимална екстензия носа и челото трябва да застанат хоризонтално.

- Латерален наклон – нормалния обем на латералните наклони е около 20-45°. При изследване на латералния наклон трябва да се наблюдава дали ухото се придвижва към рамото, а не се повдига рамото към ухото.

- Ротация на главата – нормалната ротация е 70-90° и долната челюст не достига фронталната равнина.

3. Специализирани тестове:

- Тест на Ott – показва подвижността на гръдния отдел на гръбначния стълб – използва се да се измери флексията на торакалния дял. Болният е в основен стоеж. Измерва се 30 см каудално и се отбелязва. Пациентът извършва пълна флексия на трупа и отново се измерва същото разстояние. Нормалната подвижност е когато разстоянието се увеличава с 3,5-5 см

- Тест на Forestier – отчина се екстензията в торакалния дял. Пациентът застава с гръб към стената при допрени в нея пети.

Целта на кинезитерапията в този случай е запазване и увеличаване подвижността и функцията на гръбначния стълб – цервикален дял.

Методиката на кинезитерапия се определя индивидуално за всеки пациент. На първо място се поставя за цел пациентите да участват активно във възстановителния процес. Кинезитерапията трябва да повлияе на психо-емоционалния тонус на пациента, като повишава самочувствието и вярата в собствените му възможности. Прилага се консервативна методика на кинезитерапия при етап на ремисия на пациенти с анкилозиращ спондилоартрит. На пациентите се провеждат индивидуални занимания с продължителност 60 минути.

Масажа се прилага с цел намаляване на болковата симптоматика и подготвяне на тъканите за активната двигателна терапия. Чрез масажа се подобрява кръвообръщението и трофиката на тъканите на гърба. Масажът има въздействие върху централната нервна система – успокояване, обезболяване и повишаване на психо-емоционалния тонус.

С прилагането на мускулна релаксация и стречинг се цели да се подобри функцията на меките структури и ставите, чиито движения са ограничени от прекомерната тензия на хипертоничните и/или скъсени тъкани. При етап на ремисия на пациенти с анкилозиращ спондилоартрит се прилагат с успех техниките с цел разгъгане на мускулите и улесняване обема на движение в шиен дял на гръбначния стълб.

Приложението на мекотъканните техники довежда до намаляване на напрежението, подобряване на подвижността в шиен дял и възстановяване на правилната поза на главата и шията.

Чрез прилагането на пасивни упражнения в безболезнен обем се цели подобряване на трофиката на шиен дял на гръбначния стълб без да се предизвиква болка. Многократното повторение на пасивни упражнения дава възможност за улесняване на движенията. Пасивните движения се изпълняват по физиологичните оси.

Значителен ефект имат активните физически упражнения за поддържане обема на движение на гръбначния стълб – шиен дял.

Широко проложение намира и активната дихателна гимнастика. Чрез нея се подобряват дихателните възможности.

Пациент	степен болка	флексия глава	екстензия глава	наклон ляво	наклон дясно	тест ОТТ	тест Форестие
	начало	начало	начало	начало	Начало	начало	начало
1	6	45	30	15	13	2,5	4
2	6	30	35	12	14	2,5	4
3	7	35	31	7	10	2	5
4	8	30	40	4	6	2	6
5	6	45	50	17	20	2,5	5
6	7	15	45	8	6	2,5	7
7	6	30	44	25	20	2,5	3
8	6	40	50	30	25	2,5	4
9	8	45	28	6	6	1,5	7
10	10	15	30	5	6	1	8
11	6	50	40	15	13	2	3
12	7	30	43	6	7	2	5
13	7	30	45	5	7	1,5	6
14	8	15	28	4	8	1	8
15	8	20	30	6	8	1,5	9
16	6	45	48	20	20	2,5	4
17	6	40	50	25	22	2	3
18	5	55	50	20	20	2,5	3
19	5	60	54	15	10	2,5	4
20	7	30	28	7	5	2	5
21	10	10	30	5	6	0,5	8
22	10	15	25	6	8	1	9
23	6	50	40	10	12	2	5
24	6	45	45	12	12	2,5	4
25	5	60	50	20	25	2	3

Таблица 3.3. Резултати преди провеждането на кинезитерапевтичен курс

След проведен курс с кинезитерапевтично и физиотерапевтично лечение получените резултати са представени в Таблица 3.3 за началото на курса и в Таблица 3.4 за края на курса за лечение. [115]

Пациент	степен болка	флексия глава	екстензия глава	наклон ляво	наклон дясно	тест ОГТ	тест Форестие
	край	край	край	край	край	край	край
1	4	50	37	22	20	3,3	3
2	5	36	38	15	19	3	2
3	4	39	45	15	15	3,3	3
4	4	42	50	13	17	3	4
5	3	55	55	20	25	3,5	2
6	4	30	50	16	13	3,5	4
7	4	50	50	30	30	3,3	2
8	3	60	55	38	33	3,5	2
9	5	50	35	18	16	2,5	4
10	5	23	38	15	13	2,2	4
11	5	62	47	25	25	3	0
12	4	52	50	18	15	3,5	3
13	5	45	55	28	20	2,5	4
14	4	20	34	12	16	2	4
15	5	30	40	15	15	2,2	7
16	3	62	54	30	33	3,5	2
17	4	60	54	30	30	2,8	1
18	4	60	55	28	25	2,8	1
19	4	63	58	20	18	3	2
20	4	43	33	20	15	3	3
21	6	17	40	10	12	2	5
22	8	20	30	12	12	2	5
23	4	64	48	15	15	2,5	4
24	4	54	49	20	18	3	2
25	3	72	55	28	30	3,5	1

Таблица 3.4. Резултати след провеждането на кинезитерапевтичен курс

В таблици 3.5. и 3.6. са представени получените резултати от прилагането на интеркритериалния анализ на данните в началото на рехабилитационните процеси. [5*] В Таблица 3.5. са показани резултатите за „принадлежност“ на интуиционистки размитите двойки, а в Таблица 3.6. са представени резултатите за „непринадлежност“ на интуиционистки размитите двойки.

μ	ст. на болка	флексия на глава	екстензия на глава	наклон вляво	наклон вдясно	тест на ОТТ	тест на Форестие
степен на болка	1.00	0.09	0.11	0.09	0.13	0.14	0.75
флексия на глава	0.09	1.00	0.62	0.63	0.62	0.57	0.15
екст. на глава	0.11	0.62	1.00	0.67	0.66	0.58	0.18
наклон вляво	0.09	0.63	0.67	1.00	0.79	0.62	0.12
наклон вдясно	0.13	0.62	0.66	0.79	1.00	0.55	0.15
тест на ОТТ	0.14	0.57	0.58	0.62	0.55	1.00	0.20
тест на Форестие	0.75	0.15	0.18	0.12	0.15	0.20	1.00

Таблица 3.5. Резултати за μ от интеркритериалния анализ в началото на наблюдението

ν	ст. на болка	флексия на глава	екстензия на глава	наклон вляво	наклон вдясно	тест на ОТТ	тест на Форестие
степен на болка	0.00	0.67	0.63	0.67	0.63	0.57	0.02
флексия на глава	0.67	0.00	0.20	0.20	0.22	0.15	0.64
екст. на глава	0.63	0.20	0.00	0.19	0.20	0.12	0.62
наклон вляво	0.67	0.20	0.19	0.00	0.09	0.09	0.72
наклон вдясно	0.63	0.22	0.20	0.09	0.00	0.16	0.66
тест на ОТТ	0.57	0.15	0.12	0.09	0.16	0.00	0.57
тест на Форестие	0.02	0.64	0.62	0.72	0.66	0.57	0.00

Таблица 3.6. Резултати за ν от интеркритериалния анализ в началото на наблюдението

μ	ст. на болка	флексия на глава	екстензия на глава	наклон вляво	наклон вдясно	тест на ОТТ	тест на Форестие
степен на болка	1.00	0.13	0.16	0.16	0.15	0.11	0.53
флексия на глава	0.13	1.00	0.69	0.72	0.71	0.61	0.13
екст. на глава	0.16	0.69	1.00	0.66	0.64	0.60	0.22
наклон вляво	0.16	0.72	0.66	1.00	0.79	0.61	0.14
наклон вдясно	0.15	0.71	0.64	0.79	1.00	0.60	0.14
тест на ОТТ	0.11	0.61	0.60	0.61	0.60	1.00	0.22
тест на Форестие	0.53	0.13	0.22	0.14	0.14	0.22	1.00

Таблица 3.7. Резултати за μ от интеркритериалния анализ в края на наблюдението

v	ст. на болка	флексия на глава	екстензия на глава	наклон вляво	наклон вдясно	тест на ОТТ	тест на Форестие
степен на болка	0.00	0.53	0.51	0.48	0.51	0.56	0.11
флексия на глава	0.53	0.00	0.22	0.18	0.18	0.25	0.68
екст. на глава	0.51	0.22	0.00	0.23	0.23	0.23	0.57
наклон вляво	0.48	0.18	0.23	0.00	0.09	0.21	0.65
наклон вдясно	0.51	0.18	0.23	0.09	0.00	0.21	0.67
тест на ОТТ	0.56	0.25	0.23	0.21	0.21	0.00	0.55
тест на Форестие	0.11	0.68	0.57	0.65	0.67	0.55	0.00

Таблица 3.8. Резултати за v от интеркритериалния анализ в края на наблюдението

В таблици 3.7. и 3.8. са представени получените резултати от прилагането на интеркритериалния анализ на данните в края на рехабилитационните процеси, [5*]. В Таблица 3.7. са показани резултатите за „принадлежност“ на интуиционистки размитите двойки, а в Таблица 3.8. са представени резултатите за „непринадлежност“ на интуиционистки размитите двойки.

Приложен е подхода на интеркритериалния анализ, за да се намерят зависимостите между възстановяването на отделните движения в цервикален дял на гръбначния стълб. Резултатите от наблюдението на пациентите показват силна зависимост между два от показателите – флексия на глава и латерални наклони. Този резултат потвърждава факта, че основният мускул извършващ флексия на глава (*m.sternocleidomastoideus*) е и помощен при извършване на латералните наклони. От друга страна главните мускули извършващи латерални наклони (*mm.scaleni*) са помощни при извършване на флексия. Съответно подобряването на едното движение ще доведе до подобряване на другото движение.

Наблюдава се зависимост и при едновременното подобрене на латералните наклони. Това се дължи на факта, че мускулите извършващи латерални наклони са физиологично с една и съща структура. При подобрене на движението в едната страна се наблюдава и контралатерална зависимост на подобрене в другата страна.

Зависимост има и при крайните резултати от степента на болка и теста на Forestier, т.е. когато пациента не изпитва болка той ще бъде способен да допре тила си до стената, което не би могло да се осъществи при наличие на болка и скованост в цервикалния дял. [152]

3.2. Прилагане на интеркритериалния анализ при пациенти с хронично дегенеративно заболяване на колянната става – Гонартроза.

За целите на настоящия дисертационен труд са използвани данни от 10 пациента с клинична диагноза артроза на колянната става. Всички пациенти са от женски пол, с умерено изразен двигателен дефицит и болкова симптоматика, проявяваща се при движение. Средната възраст на пациентите е 62,9 години. Продължителността на оплакванията е от 5 до 7 години. От групата 4 пациенти са с по-изразена симптоматика в десен крайник, а останалите 6 в ляв крайник. При всички болни е приложена методика на кинезитерапия и са отчетени промените във функционалното състояние на пациентите. На пациентите са проведени по 10 процедури. Целта на кинезитерапията е поддържане и подобряване на функцията в коленните стави и на целия долен крайник. [109]

3.2.1. Задачи на кинезитерапевтичната методика.

1. Намаляване на болковата симптоматика и отока в засегнатите коленни стави.
2. Подобряване на ставната трофика.
3. Преодоляване на мускулния дисбаланс в засегнатите стави.
4. Увеличаване на безболезнения обем на движение.
5. Подобряване на нервно-мускулния контрол и увеличаване на мускулната сила.
6. Поддържане подвижността и функцията на съседните стави.
7. Тренировка на координацията и баланса.
8. Подобряване на походката и обучение в правилно ходене.

Процедурите на кинезитерапия се определят от състоянието на болните, целта, която е поставена, средствата, които се използват и мястото на провеждането им.

3.2.2. Схема на кинезитерапията при пациенти с гонартроза.

Част	Съдържание	Дозировка	Задачи	Методични указания
Подготвителна	1. Криотерапия. 2. Мобилизация на коляното. 3. Пасивни упражнения. 4. Мобилизация на периферни нерви. 5. Дихателни упражнения.	5-10 мин.	Подготовка на организма и предварително релаксиране на меките тъкани. Подобряване циркулацията на кръвта и ограничения обем на движение.	Следи се за симптоматика.
Основна	1. Изометрични упражнения. 2. Упражнения с еластична лента thera band за глезенна, колянна и тазобедрена става. 3. Активни упражнения, срещу съпротивление. 4. ПНМУ – Hold Relax 5. Мини клекове.	15-20 мин.	Подобряване на подвижността на ставата. Стимулиране на мускулната функция. Поддържане на функцията на съседните стави и по - малко засегнатия долен крайник. Засилване на мускулатурата и издръжливостта.	Използва се ИП - тилеи лег. Упражненията се изпълняват последователно с двата крака. Съпротивлението е съобразено с възможностите на пациента. Следи се за хипервентилация и не се допуска преумора и болка.
Заключителна	Вертикализация и корекция на походката. Релаксиращи масажни техники.	3-5 мин.	Релаксиране на пациента след натоварването.	Умерен темп на ходене; използва се самокорекция с огледалото.

На пациентите е приложена консервативна методика на кинезитерапия при първична гонартроза. Провеждани са индивидуални занимания. Продължителност на заниманията е 45 минути.

Чрез прилагането на криотерапия се цели намаляване на болковата симптоматика и намаляване оточността на засегнатия крайник. Криотерапията се извършва с ледено блокче, до зачервяване / 3-5мин.

Пасивно се прилага и мобилизация на пателата, тъй като функцията на пателофеморалната става има не малко значение за нормалната функция на коленния комплекс.

Чрез мобилизация на тибеофеморалната става се осъществява тракция по оста на подбедрицата и се постига разминаване на ставните повърхнини и навлизане на ставна течност между тях. Така се подобрява допълнително трофичния процес.

Чрез прилагането на пасивни упражнения в безболезнен обем се цели подобряване на трофиката на засегнатата област без да предизвикваме болка. Многократното повторение на пасивните упражнения дава възможност за раздвижване на ставната течност.

Мобилизация на периферните нерви се прилага за подобряване на циркулаторните нарушения, ограничения обем на движение и контрактури. Следи се за проявяваща се симптоматика на пациента.

Прилагат се и аналитични упражнения от изходно положение тилен лег и седеж, с тежест от 1 кг или 1,5 кг за засилване на quadriceps femoris.

Чрез прилагането техники от ПНМУ – Задържане-Отпускане (Hold Relax) се намалява мускулния тонус и се увеличава обема на движение в дадената става.

При липса на болка и оплаквания се включват упражнения в затворена кинетична верига - мини клекове за подобряване стабилизаторната функция и контрол на мускулите.

Подобряването на походката се постига чрез ходене с визуален контрол пред огледало. Целта е подобряване на координацията и стабилността. [109]

В таблици 3.9. и 3.10. са представени резултатите получени преди и след провеждане на кинезитерапевтичен курс на лечение.

Пациент	ФЛ в КС	PF	RPF	REF	WB	SF	P	GH	PH
	начало	начало	начало	начало	начало	начало	начало	начало	начало
1	105	40	25	30	48	37	45	30	25
2	110	55	40	50	68	62	50,5	80	12,1
3	96	30,5	54	46,6	40	30	49,9	60	48
4	105	44,7	38	40	45	59	60	50	69
5	100	50	60	49	50	60	40	55	70
6	112	28	40	35	40	47	60	30	20
7	95	40	55	45	60	50	40	56	51
8	90	50,8	40,2	45	49	50	60	40	37
9	105	63,3	30	39	50	55	40	50	59
10	90	40	50	49	50	40	50	40	35

Таблица 3.9. Резултатите получени преди провеждане на кинезитерапията

Пациент	ФЛ в КС	PF	RPF	REF	WB	SF	P	GH	PH
	край	край	край	край	край	край	край	край	край
1	115	95	55	66,7	52	37,5	22,5	35	50
2	100	70	60	69,9	68	62,5	12,5	80	50
3	113	50	60	50	70	50	15	80	60
4	117	60	45,6	47	60	66	40	55	75
5	110	59	61	55	59	75	20	60	85,7
6	118	40	60	55	60	58	40	49	30
7	105	49	65	59	71	65	31	60	70
8	103	65	40	49	55	59	50	49	49
9	118	70	45	49	70	65	20	69	68
10	110	59	55	59	59	57	45	59	44

Таблица 3.10. Резултатите получени след провеждане на кинезитерапията

В таблици 3.11. и 3.12. са представени получените резултати от прилагането на интеркритериалния анализ на данните в началото на рехабилитационните процеси, [6*]. В Таблица 3.11. са показани резултатите за „принадлежност“ на интуиционистки размитите двойки, а в Таблица 3.12. са представени резултатите за „непринадлежност“ на интуиционистки размитите двойки.

μ	FL	PF	RPF	REF	VT	SF	BP	GH	MH
FL	1	0.422222	0.311111	0.311111	0.355556	0.555556	0.444444	0.466667	0.377778
PF	0.422222	1	0.377778	0.533333	0.644444	0.733333	0.333333	0.533333	0.577778
RPF	0.311111	0.377778	1	0.711111	0.511111	0.488889	0.288889	0.6	0.644444
REF	0.311111	0.533333	0.711111	1	0.666667	0.644444	0.4	0.711111	0.466667
VT	0.355556	0.644444	0.511111	0.666667	1	0.666667	0.266667	0.622222	0.466667
SF	0.555556	0.733333	0.488889	0.644444	0.666667	1	0.422222	0.644444	0.644444
BP	0.444444	0.333333	0.288889	0.4	0.266667	0.422222	1	0.311111	0.266667
GH	0.466667	0.533333	0.6	0.711111	0.622222	0.644444	0.311111	1	0.577778
MH	0.377778	0.577778	0.644444	0.466667	0.466667	0.644444	0.266667	0.577778	1

Таблица 3.11. Резултати за μ от интеркритериалния анализ в началото на наблюдението

ν	FL	PF	RPF	REF	VT	SF	BP	GH	MH
FL	0	0.422222	0.577778	0.555556	0.466667	0.333333	0.333333	0.466667	0.533333
PF	0.422222	0	0.533333	0.355556	0.2	0.177778	0.466667	0.333333	0.355556
RPF	0.577778	0.533333	0	0.222222	0.377778	0.466667	0.555556	0.311111	0.333333
REF	0.555556	0.355556	0.222222	0	0.244444	0.333333	0.422222	0.177778	0.488889
VT	0.466667	0.2	0.377778	0.244444	0	0.222222	0.555556	0.222222	0.444444
SF	0.333333	0.177778	0.466667	0.333333	0.222222	0	0.422222	0.266667	0.333333
BP	0.333333	0.466667	0.555556	0.422222	0.555556	0.422222	0	0.488889	0.6
GH	0.466667	0.333333	0.311111	0.177778	0.222222	0.266667	0.488889	0	0.355556
MH	0.533333	0.355556	0.333333	0.488889	0.444444	0.333333	0.6	0.355556	0

Таблица 3.12. Резултати за ν от интеркритериалния анализ в началото на наблюдението

μ	FL	PF	RPF	REF	VT	SF	BP	GH	MH
FL	1	0.444444	0.311111	0.288889	0.511111	0.422222	0.466667	0.355556	0.466667
PF	0.444444	1	0.222222	0.466667	0.333333	0.444444	0.4	0.4	0.488889
RPF	0.311111	0.222222	1	0.6	0.555556	0.511111	0.288889	0.577778	0.533333
REF	0.288889	0.466667	0.6	1	0.4	0.311111	0.333333	0.444444	0.355556
VT	0.511111	0.333333	0.555556	0.4	1	0.555556	0.311111	0.688889	0.555556
SF	0.422222	0.444444	0.511111	0.311111	0.555556	1	0.444444	0.533333	0.777778
BP	0.466667	0.4	0.288889	0.333333	0.311111	0.444444	1	0.155556	0.377778
GH	0.355556	0.4	0.577778	0.444444	0.688889	0.533333	0.155556	1	0.533333
MH	0.466667	0.488889	0.533333	0.355556	0.555556	0.777778	0.377778	0.533333	1

Таблица 3.13. Резултати за μ от интеркритериалния анализ в края на наблюдението

v	FL	PF	RPF	REF	VT	SF	BP	GH	MH
FL	0	0.511111	0.555556	0.6	0.422222	0.511111	0.444444	0.533333	0.466667
PF	0.511111	0	0.644444	0.422222	0.6	0.488889	0.511111	0.488889	0.444444
RPF	0.555556	0.644444	0	0.244444	0.288889	0.377778	0.577778	0.311111	0.355556
REF	0.6	0.422222	0.244444	0	0.466667	0.6	0.555556	0.422222	0.555556
VT	0.422222	0.6	0.288889	0.466667	0	0.355556	0.622222	0.177778	0.355556
SF	0.511111	0.488889	0.377778	0.6	0.355556	0	0.488889	0.377778	0.177778
BP	0.444444	0.511111	0.577778	0.555556	0.622222	0.488889	0	0.733333	0.555556
GH	0.533333	0.488889	0.311111	0.422222	0.177778	0.377778	0.733333	0	0.377778
MH	0.466667	0.444444	0.355556	0.555556	0.355556	0.177778	0.555556	0.377778	0

Таблица 3.14. Резултати за v от интеркритериалния анализ в края на наблюдението

В таблици 3.13. и 3.14. са представени получените резултати от прилагането на интеркритериалния анализ на данните в края на рехабилитационните процеси, [6*]. В Таблица 3.13. са показани резултатите за „принадлежност“ на интуиционистки размитите двойки, а в Таблица 3.14. са представени резултатите за „непринадлежност“ на интуиционистки размитите двойки. Приложеният интеркритериален анализ показва явно изразена връзка между увеличен обем на движение и жизненост. От една страна колкото повече се увеличават двигателните способности на пациента се улесняват някои от дейностите от ежедневието. Това се свързва с по-добрите резултати от увеличените възможности на пациента в колянната става той чувства прилив на сила и енергия. Друга двойка показатели със силна зависимост са степенната на болка и депресивните състояния. При увеличаване на болковата симптоматика, пациентът изпада в депресивни състояния и обратно – при намаляване на болката се увеличават положителните емоции, възвръща се увереността на пациента и настъпва излизане от депресивното състояние. Наблюдава се и връзка между социално функциониране и депресивните състояния. При добро общо и двигателно състояние пациентът увеличава социалните си контакти, излиза от депресивните състояния, дължащи се на заболяването. Чувства се уверен, изпълнен с енергия. Обратно – ако има ограничение в двигателните способности надделяват отрицателните емоции и се намаляват социалните контакти на пациента. [152]

3.3. Прилагане на апарата на обобщените мрежи при пациенти с мускулно-скелетни оплаквания.

Мускулно-скелетните оплаквания са сред най-честите проблеми в клиничната медицина. Тези оплаквания са основна причина за ограничаване на ежедневните дейности, използването на здравни грижи и трудови увреждания. Обикновено около 50% от населението съобщава за мускулно-скелетна болка. Мускулно-скелетните проблеми като цяло могат да бъдат категоризирани като локални или общи, въпреки че често има значително припокриване между тези две категории. Най-важната част от оценката на пациент с мускулно-скелетни оплаквания е физикалният преглед. Процесът на физикално изследване в кинезитерапията обикновено се разделя на няколко сектора: клинична анамнеза, палпация, обем на движение, мускулно тестване, тест за усет, тестване на рефлексите, специални тестове и цялостно динамично движение на телесните сегменти. Клиничната анамнеза или историята на пациента формират основата на работната диагноза. Историята предоставя субективните данни, които ще насочват физикалния преглед. Първоначалната цел е да се определи дали оплакването е остро или хронично. При пациент с остри оплаквания, начинът, по който е настъпила травмата, може да предостави достатъчно информация за настоящото заболяване. Хроничните оплаквания обикновено изискват обширен преглед на предишните медицински досиета. След като е взета анамнезата, физикалното изследване започва с оглед на позата и ходенето на пациента. Двете страни на тялото трябва да се наблюдават за симетрия, а всички разлики се измерват. Трябва да се отбележи атрофията, деформациите, отока и промените в цвета на кожата. Произходът на болковата симптоматика и промени в телесната температура може да се локализируют, чрез палпиране на различните анатомични структури. Палпирането на костите може да определи тяхното прекъсване при оценката на фрактурите. За да се определи наличието на мускулен спазъм се извършва палпиране на пациента в покой и се идентифицира продължително неволно рефлексорно свиване в резултат на болка. След това се извлича ценна информация от активния и пасивния обем на движение.

Активният обем на движение предоставя информация за възможността на пациента да се движи, координация, ниво на съзнание, движения, които причиняват или увеличават болка, мускулна сила и способност да следват инструкциите и да извършват функционални дейности. Пасивния обем на движение се оценява, за да се определи количеството на движението, което е възможно в ставата и да се усети „чувството за край“ в самия край на наличния диапазон на движение. Усещането за край на определена връзка може да бъде чувство за нормално свързване на ставата или пък може да бъде патологично. Джеймс Кириакс, посочва шест различни чувства на край. След като приключи оценката на активния и пасивния обем на движение, е необходимо да се извърши мануално мускулно тестване (ММТ), за да се оценят контрактилните единици, включително мускулите и сухожилията, и способността им да генерират сила. Обикновено, мускулната сила се оценява, чрез определяне на мускулната сила със степен от 0 до 5. Аналитичното тестване със съпротивление може да даде допълнителна диагностична информация. По-специално, възпроизвеждането на болката на пациента по време на резистивно тестване на конкретен мускул предполага диагноза на тендинит, мускулно напрежение или контузия на тестваната единица мускул-сухожилие. Съпротивителното свиване на мускула, което предизвиква болезненост в ставата, често може да предизвика или да влоши свързаната с това ставна болка.

Тази информация се използва за разработване на цели и план за лечение. От тази гледна точка е необходима определена стратегия за насочване на физикалните терапевти към лечението на пациенти с мускулно-скелетни оплаквания.

В настоящия дисертационен труд е представен модел на обобщена мрежа (ОМ-модел) за физикален преглед при кинезитерапия. Представеният модел на обобщена мрежа е първият, който представлява подход на физикално изследване при пациент с оплаквания от мускулно-скелетната система. Като цяло, обобщената мрежа може или не може да има някои от компонентите в тяхното определение. Обобщени мрежи, които нямат някои от компонентите, формират специален клас, наречен редуцирани обобщени мрежи. Тук е представен

редуциран модел на обобщена мрежа на физикално изследване в кинезитерапията. Предложения в статия [3*] модел е показан на Фиг. 3.2. и има следния запис:

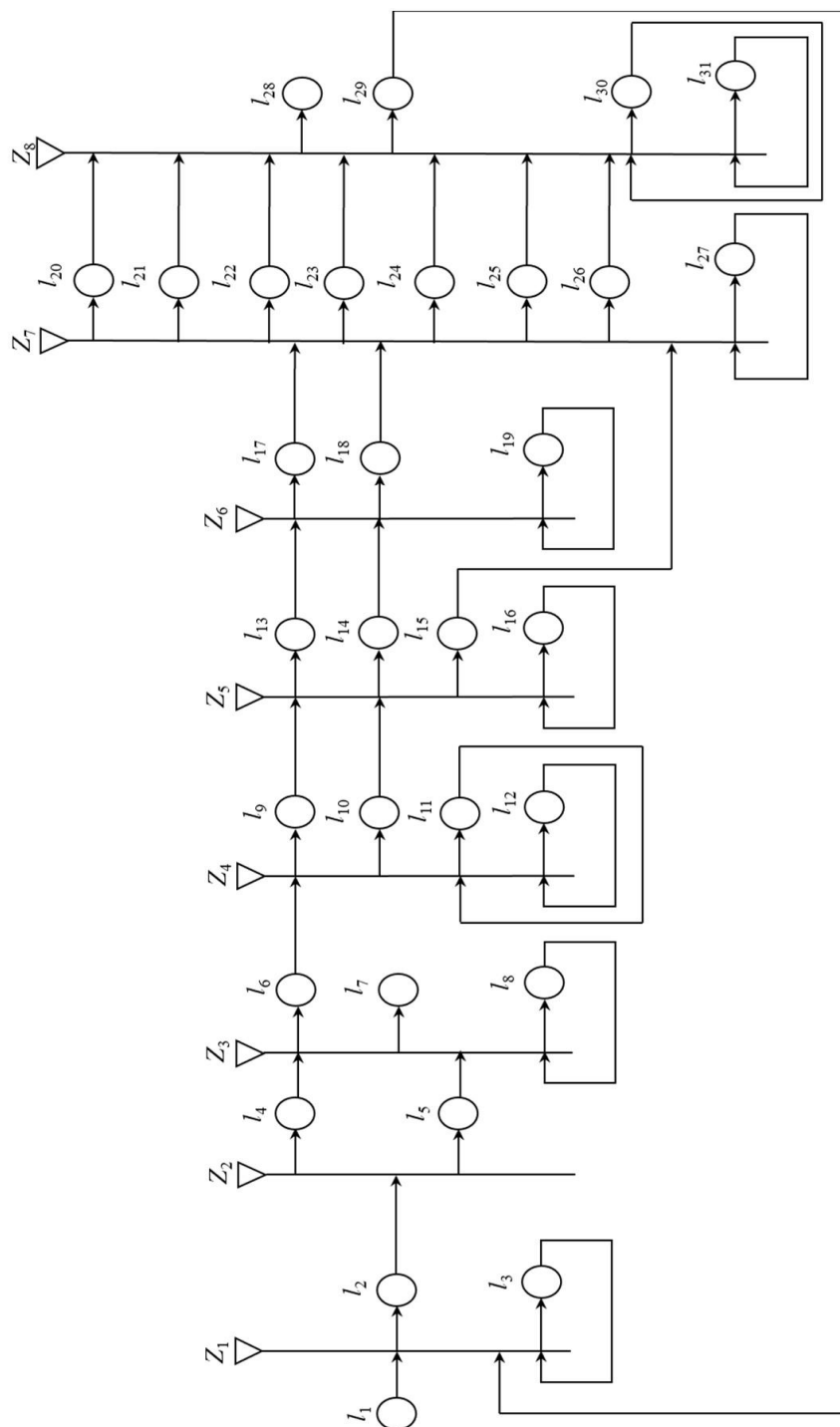
$$A = \{Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_5, Z_6, Z_7, Z_8\}$$

Тези преходи описват следните процеси:

- Z_1 – представя личните данни на пациента,
- Z_2 – история на заболяването и настоящите оплаквания на пациента,
- Z_3 – резултатите от настоящия преглед,
- Z_4 – резултатите от активния обем на движения на пациента,
- Z_5 – резултатите от пасивния обем на движения на пациента,
- Z_6 – резултатите получени от ММТ,
- Z_7 – интерпретация на резултатите получени от физикалното изследване на пациента,
- Z_8 – възможна диагноза и причина за симптомите на пациента.

Обобщено-мрежовия модел включва 10 ядра: α , β , μ , η , γ , δ , ε , π , ν и κ . По време на функционирането на обобщената мрежа, някои от тези ядра могат да се разцепят, формирайки нови ядра, които ще прехвърлят в мрежата съответните характеристики, а в някои моменти те ще се обединят с някои от ядрата α , β , μ , η , γ , δ , ε , π , ν и κ . Някои от преходните модели съдържат така нареченото „специално място“, където ядрото остава постоянно и събира информация за конкретните части на процеса на физикалния преглед, които той представлява, както следва:

- В позиция l_3 , ядрото β остава постоянно и събира цялата информация, получена от физикалното изследване в медицинския регистър на пациента,
- В позиция l_8 , ядрото μ остава постоянно и събира информация за медицинската история на пациента, анамнезата и палпацията,
- В позиция l_{11} , ядрото η остава постоянно и събира информация от резултатите за не засегнатите части от тялото,



Фиг. 3.2. Обобщено-мрежов модел на физикално изследване при пациент с мускулно-скелетни оплаквания

В позиция I_{12} , ядрото γ остава постоянно и събира информация получена от теста за пасивния обем на

- В позиция l_{16} , ядрото остава постоянно и събира информация получен от теста за пасивен обем на движение.
- В позиция l_{19} , ядрото ε остава постоянно и събира информация получена от ММТ изследването,
- В позиция l_{27} ядрото π остава постоянно и събира информация получена от физикалното изследване на пациента,
- В позиция l_{30} , ядрото ν остава постоянно и събира информация от специализирани тестове
- В позиция l_{31} , ядрото κ остава постоянно и събира резултати от общото физикално лечение.

Ядрото α влиза в мрежата със следната характеристика: *“пациент с мускуло-скелетни оплаквания”* в позиция l_1 . Преходите на обобщената мрежа имат следното описание:

$$Z_1 = \langle \{l_1, l_3, l_{29}\}, \{l_2, l_3\}, r_1 \rangle,$$

където:

$r_1 =$		l_2	l_3
	l_1	false	true
	l_2	true	true
	l_3	false	true

Ядрата от трите входни позиции на прехода Z_1 влизат в позиция l_3 и се обединяват с ядро β . На следващата времева стъпка, ядрото β се разцепва на две ядра – същото ядро β и ядро α_1 . Ядрото α_1 влиза в позиция l_2 и там получава следната характеристика:

„Прегледайте подробно медицинската история и извършете първичен физикален преглед”.

Преходът Z_2 има следната форма:

$$Z_2 = \langle \{l_2\}, \{l_4, l_5\}, r_2 \rangle,$$

където:

$$r_2 = \begin{array}{c|cc} & l_4 & l_5 \\ \hline l_2 & W_{2,4} & W_{2,5} \end{array}$$

и,

- $W_{2,4} = \text{“пациент с предишна анамнеза за травматични събития или остри наранявания”},$
- $W_{2,5} = \neg W_{2,4}.$

Когато предикатът $W_{2,4}$ има стойност „true”, ядрото α_1 влиза в позиция l_4 и там получава следната характеристика:

“помислете за фрактури, дислокация, сублуксация, контузия или травма на меките тъкани: направете първоначален преглед”.

Когато предикатът $W_{2,5}$ има стойност “true”, ядрото α_1 влиза в позиция l_5 и получава следната характеристика:

“помислете за дегенеративни ставни заболявания, повтарящи се стресови състояния, възпалителни заболявания, мускулен дисбаланс, автоимунни заболявания, генетични заболявания, нарушения на меките тъкани или други синдроми: извършете първичен преглед”.

Преходът Z_3 има следната форма:

$$Z_3 = \{\{l_4, l_5, l_8\}, \{l_6, l_7, l_8\}, r_3\},$$

където:

$$r_3 = \begin{array}{c|ccc} & l_6 & l_7 & l_8 \\ \hline l_4 & false & false & true \\ l_5 & false & false & true \\ l_8 & W_{8,6} & W_{8,7} & true \end{array}$$

и,

- $W_{8,6} = \text{“пациентът има медицинско досие с клинична диагноза и диагностичните изображения показват, че информацията от историята на}$

заболяването и резултатите от прегледа предполагат: висока вероятност от развитие на мускулно-скелетно разстройство ”,

- $W_{8,7} = \neg W_{8,6} \vee$ „има силна, продължителна болка, силни мускулни спазми, неврологични нарушения”

Ядрата от трите входни позиции на преход Z_3 влизат в позиция l_8 и се обединяват с ядро η с по-горе посочените характеристики. На следващата времева стъпка, ядрото η се разцепва на две ядра – същото ядро η и ядро α_1 .

Когато $W_{8,6}$ има стойност „true”, ядрото α_1 влиза в позиция l_6 и там получава следната характеристика:

„извърши функционален преглед на гръбначния стълб и крайниците”.

Когато предикатът $W_{8,7}$ има стойност „true“, ядрото α_1 влиза в позиция l_7 и там получава следната характеристика:

„изпрати пациента на медицинска консултация”.

Преходът Z_4 има следната форма:

$$Z_4 = \{ \{l_6, l_{11}, l_{12}\}, \{l_9, l_{10}, l_{11}, l_{12}\}, r_4 \},$$

където:

$r_4 =$		l_9	l_{10}	l_{11}	l_{12}
	l_6	false	false	false	true
	l_{11}	false	false	true	false
	l_{12}	$W_{12,9}$	$W_{12,10}$	$W_{12,11}$	true

и,

- $W_{12,9} =$ „има разлики в пасивния обем на движение на крайниците”,
- $W_{12,10} = \neg W_{12,9}$,
- $W_{12,11} =$ „има функционални ограничения в гръбначните движения”.

Ядрата от трите входни позиции на прехода Z_4 влизат в позиция l_{12} и се обединяват с ядрото γ с по-горе споменатите характеристики. На следващата времева стъпка, ядрото γ се разцепва на три ядра – същото ядро γ и ядрата α_1, α_2 .

Когато предикатът $W_{12,9}$ има стойност „true“, ядрото α_1 влиза в позиция l_9 и там получава следната характеристика:

“изследвайте пасивния обем на движение”.

Когато предикатът $W_{12,10}$ има стойност „true“, ядрото α_1 влиза в позиция l_{10} и там получава следната характеристика:

“направете провакативни компресионни и тракционни тестове”.

Когато предикатът $W_{12,11}$ има стойност „true“, ядрото α_2 влиза в позиция l_{11} и там получава следната характеристика:

“извършете специализирани тестове за гръбнака”.

Преходът Z_5 има следната форма:

$$Z_5 = \{ \{l_9, l_{10}, l_{16}\}, \{l_{13}, l_{14}, l_{15}, l_{16}\}, r_5 \},$$

където:

$r_5 =$		l_{13}	l_{14}	l_{15}	l_{16}
	l_9	false	false	false	true
	l_{10}	false	false	false	true
	l_{16}	$W_{16,13}$	$W_{16,14}$	$W_{16,15}$	true

и,

- $W_{16,13}$ - “по време на извършване на пасивния обем на движение крайният усет е нормален”,
- $W_{16,14} = \neg W_{16,13}$,
- $W_{16,15} = \neg W_{16,13} \vee$ “по време на изследване на пасивния обем на движение, пациентът усеща болка ”.

Ядрата от трите входни позиции на прехода Z_5 влизат в позиция l_{16} и се обединяват с ядрото γ с по-горе споменатата характеристика. На следващата времева стъпка, ядрото γ се разцепва на три ядра – същото ядро γ и ядрата α_1 , α_2 . Когато предикатът $W_{16,13}$ има стойност „true“, ядрото α_1 влиза в позиция l_{13} и там получава следната характеристика:

“извършете мануално мускулно тестване (ММТ)”.

Когато предикатът $W_{16,14}$ има стойност „true“, ядрото α_1 влиза в позиция l_{14} и там получава следната характеристика:

“оценете наличието на болка чрез тест със съпротивление и наравеите ММТ”.

Когато предикатът $W_{16,15}$ има стойност „true“, ядрото α_2 влиза в позиция l_{15} и там получава следната характеристика:

“пропуснете изследването ММТ”.

Преходът Z_6 има следната форма:

$$Z_6 = \langle \{l_{13}, l_{14}, l_{19}\}, \{l_{17}, l_{18}, l_{19}\}, r_6 \rangle,$$

където:

$r_6 =$	l_{17}	l_{18}	l_{19}
l_{13}	false	false	true
l_{14}	false	false	true
l_{19}	$W_{19,17}$	$W_{19,18}$	true

и,

- $W_{19,17} =$ “оценката от ММТ е от 0 до 3”,
- $W_{19,18} =$ „оценката от ММТ е от 3 до 5”.

Ядрата от трите входни позиции на прехода Z_6 влизат в позиция l_{19} и се обединяват с ядрото ε с по-горе споменатите характеристики. На следващата времева стъпка, ядрото γ се разцепва на две ядра – същото ядро ε и ядро α_1 .

Когато предикатът $W_{19,17}$ има стойност “true“, ядрото α_1 влиза в позиция l_{17} и там получава следната характеристика:

“помислете, че пациентът може да има слаби контрактилни структури”.

Когато предикатът $W_{19,18}$ има стойност „true“, ядрото α_1 влиза в позиция l_{18} и там получава следната характеристика:

“помислете, че пациентът може да има силни контрактилни структури”.

Преходът Z_7 има следната форма:

$$Z_7 = \langle \{l_{17}, l_{18}, l_{27}\}, \{l_{20}, l_{21}, l_{22}, l_{23}, l_{24}, l_{25}, l_{26}, l_{27}\}, r_7 \rangle,$$

където:

	l_{20}	l_{21}	l_{22}	l_{23}	l_{24}	l_{25}	l_{26}	l_{27}
$r_7 =$	l_{17}	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>true</i>
	l_{18}	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>true</i>
	l_{27}	$W_{27,20}$	$W_{27,21}$	$W_{27,22}$	$W_{27,23}$	$W_{27,24}$	$W_{27,25}$	<i>true</i>

и,

- $W_{27,20}$ = “патологичният краен усет е “кост в кост” или ”празен краен усет”,
- $W_{27,21}$ = “патологичният краен усет е “мускулен спазъм” или “кожен краен усет”,
- $W_{27,22}$ = “патологичният краен усет е “мек краен усет” или “пружинен блок”,
- $W_{27,23}$ = “има силен и безболезнен пасивен обем на движение”,
- $W_{27,24}$ = “има силен и болезнен пасивен обем на движение”.
- $W_{27,25}$ = “има слаб и безболезнен пасивен обем на движение”.
- $W_{27,26}$ = “има слаб и безболезнен пасивен обем на движение”.

Ядрата от всички входни позиции на прехода Z_7 влизат в позиция l_{27} и се обединяват с ядрото π с по-горе споменатите характеристики. На следващата времева стъпка, ядрото π се разцепва на осем ядра – същото ядро π и ядрата α_1 , α_2 , α_3 , α_4 , α_5 , α_6 и α_7 .

Когато предикатът $W_{27,20}$ има стойност „true“, ядрото α_1 влиза в позиция l_{20} и там получава следната характеристика:

“помислете за дегенеративно ставно заболяване, остеофити, хондромалация, ставна болка, бурсит или ставно възпаление”.

Когато предикатът $W_{27,21}$ има стойност „true“, ядрото α_1 влиза в позиция l_{21} и там получава следната характеристика:

“помислете за рефлексорен мускулен спазъм или капсуларни нарушения”.

Когато предикатът $W_{27,22}$ има стойност „true“, ядрото α_1 влиза в позиция l_{22} и там получава следната характеристика:

“помислете за изтъняване на хрущяла, оток на меките тъкани, синовит”.

Когато предикатът $W_{27,23}$ има стойност „true“, ядрото α_1 влиза в позиция l_{23} и там получава следната характеристика:

“помислете, че няма лезия на контрактилните структури”.

Когато предикатът $W_{27,24}$ има стойност „true“, ядрото α_1 влиза в позиция l_{24} и там получава следната характеристика:

“помислете за лезия на контрактилните структури”.

Когато предикатът $W_{27,25}$ има стойност „true“, ядрото α_1 влиза в позиция l_{25} и там получава следната характеристика:

“помислете за неврологично разстройство или пълна руптура на мускулите”.

Когато предикатът $W_{27,26}$ има стойност „true“, ядрото α_1 влиза в позиция l_{26} и там получава следната характеристика:

“помислете за тежко заболяване на ставите или меките тъкани”.

Преходът Z_8 има следната форма:

$$Z_8 = \langle \{l_{20}, l_{21}, l_{22}, l_{23}, l_{24}, l_{25}, l_{26}, l_{30}, l_{31}\}, \{l_{28}, l_{29}, l_{30}, l_{31}\}, r_8 \rangle,$$

където:

	l_{28}	l_{29}	l_{30}	l_{31}	
$r_8=$	l_{20}	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>true</i>
	l_{21}	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>true</i>
	l_{22}	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>true</i>
	l_{23}	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>true</i>
	l_{24}	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>true</i>
	l_{25}	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>true</i>
	l_{26}	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>true</i>
	l_{30}	<i>false</i>	$W_{30,29}$	<i>false</i>	<i>true</i>
	l_{31}	$W_{31,28}$	<i>false</i>	$W_{31,30}$	<i>true</i>

и,

- $W_{31,28}$ - *“результатите от физикалното изследване потвърждават: първичната клинична диагноза и причината за оплакванията на пациента”*,
- $W_{31,30} = \neg W_{31,28}$,
- $W_{30,29} =$ *“результатите от специализираните тестове потвърждават: първичната клинична диагноза и причината за оплакванията на пациента”*.

Ядрата от трите входни позиции на прехода Z_8 влизат в позиция l_{31} и се обединяват с ядрото v с по-горе посочените характеристики. На следващата времева стъпка, ядрото k се разцепва на три ядра – същото ядро k и ядрата α_1 и α_2 . Когато предикатът $W_{31,28}$ има стойност „true“, ядрото α_1 влиза в позиция l_{28} и там получава следната характеристика:

“създаване на база данни за пациента и избор на подходяща рехабилитационна програма”.

Когато предикатът $W_{31,30}$ има стойност „true“, ядрото α_2 влиза в позиция l_{30} и там се обединява с ядрото k . На следващата времева стъпка, ядрото k се разцепва на две ядра – същото ядро k и ядрото α_1 , което притежава характеристика:

“извършване на допълнителни специализирани тестове”.

Когато предикатът $W_{30,29}$ има стойност „true“, ядрото α_2 влиза в позиция l_{29} и там получава следната характеристика:

“създайте база данни на пациента и изберете подходяща рехабилитационна програма”.

В следващата времева стъпка ядра от позиция l_{29} отиват на позиция l_3 за да се разшири личният регистър на пациента.

Така описаният обобщено-мрежов модел може да осигури рамка, която да бъде използвана от физикалните терапевти с цел да се улесни физикално изследване на пациент с опорно-двигателни заболявания, и да позволи по-точно и по-ефикасно разпознаване на потенциалните причини и би спомогнало за оптимизиране на резултатите получени от изследването на пациентите. Това ще допринесе за по-ефективно лечение и рехабилитация. [121]

3.4. Прилагане на апарата на обобщените мрежи при пациенти с счупвания в проксималната част на раменната кост.

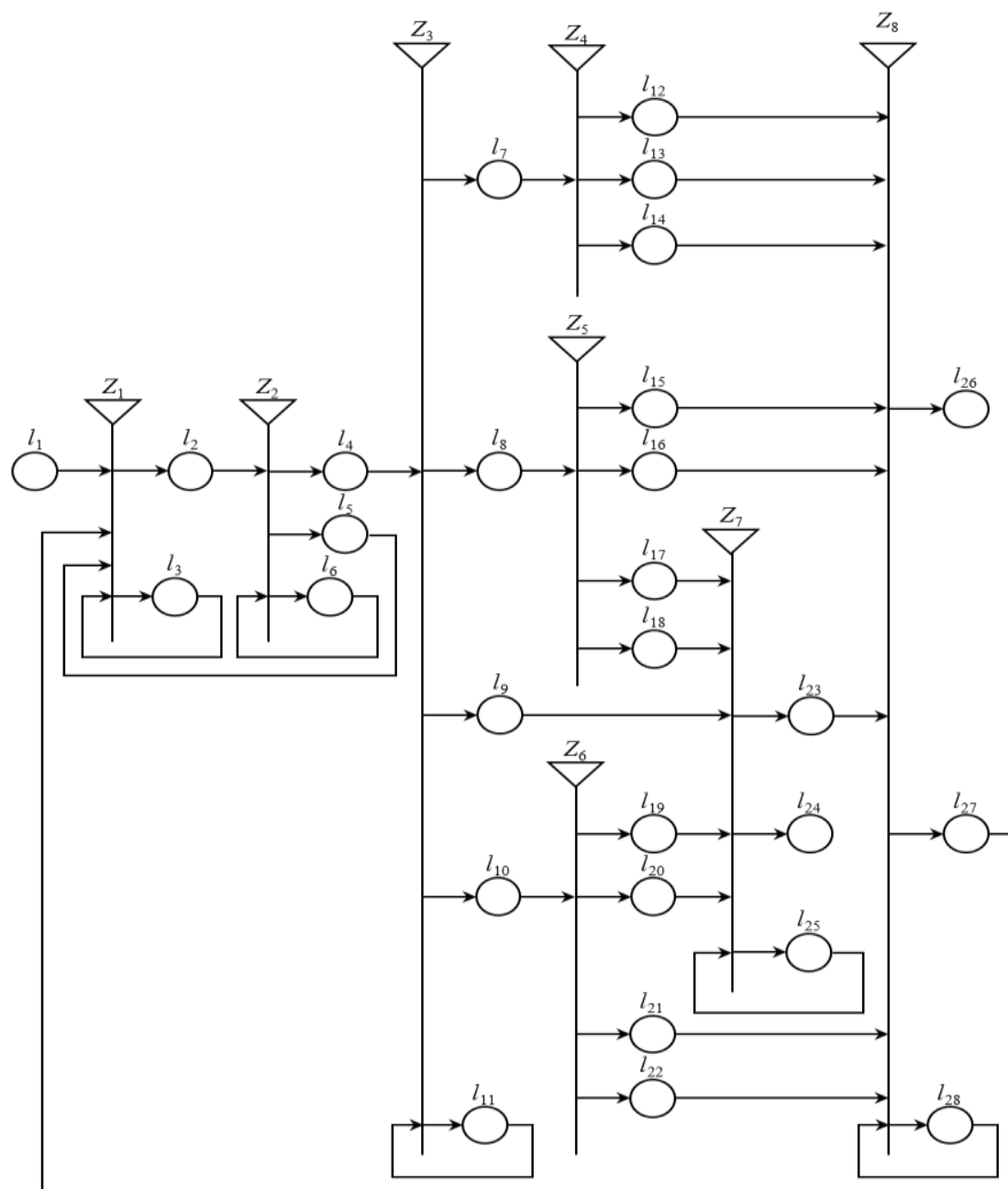
Диагностичната оценка за счупвания в проксималната част на раменната кост е критична при оценката за ефективното лечение. Първоначалната оценка на пациент, за която се подозира, че има проксимално счупване на раменната кост, трябва да започне с подробна история на механизма на нараняване, клиничен преглед и план за лабораторни изследвания. Повечето пациенти с проксимално счупване на раменната кост отиват в спешно отделение с оплаквания от болка след травма. Болката и загубата на функция с подуване на участващите крайници са най-честите симптоми при първоначалното представяне. Силната точкова чувствителност над мястото на счупване може да бъде открита с палпация и трябва да се извърши предпазливо, за да се предотврати по-нататъшното увреждане на мястото на счупване. Обикновено се появява оток около рамото и горната част на ръката. Кървенето може да се разпространи до гръдната стена, хълбока и предмишницата. Физическата проверка е следващата стъпка в оценката. Физическото изследване трябва да проверяват разликите в дължината между засегнатия и контралатералния крайник, активния и пасивния обем на движение и всички признаци на деформации. Бърза деформация на рамото може да предполага свързано разместване на раменната глава. Специално внимание трябва да се обърне на изследването за потенциални съпътстващи наранявания на лакътя, предмишницата и китката. Необходимо е да се определи наличието на каквито и да е свързани увреждания. След като клиничният статус на пациента е установен и стабилизирен, рентгеновото изследване на раненото рамо е задължително. След като клиничният статус на пациента е установен и стабилизирен, рентгеновото изследване на раненото рамо е задължително. Трябва да се извърши серия „травматични рентгенови лъчи“. След като клиничният статус на пациента е установен и стабилизирен, рентгеновото изследване на раненото рамо е задължително. Изследванията с компютърна томография са приложими в случаите на клинично предполагаеми съдови или неврални лезии и сложни наранявания. Възможно е да се появят множество типове проксимални

счупвания на раменната кост и да се използват различни класификации, с цел да се оцени прогнозата и да се предскаже рискът от усложнения. Най-често използваната система за класификация на проксималните счупвания на раменната кост е системата от четири части на Neer. Има 17 различни потенциални типа фрактури. Независимо от броя на съществуващите линии на счупване, се счита, че проксималното счупване на раменната кост е неразказано от критериите на Neer, когато обикновените рентгенови снимки показват по-малко от 1 см отместване и 45 градуса на изместване на всеки един фрагмент спрямо останалите. Могат да възникнат модели на счупване в комбинация с гленохумерална дислокация. Поради разнообразието от фактори, които оказват влияние върху класификацията и диагностицирането на тези фрактури, ранното откриване е ключов фактор за подходящо и успешно лечение. Целта е да се предложи нов подход за своевременно откриване и диагностициране на проксимални фрактури на раменната кост, използвайки апаратурата на генерализирани мрежи.

Представеният обобщено-мрежов модел има паралелни характеристики с предишни модели за медицинска диагностика [6, 7, 8]. Но това е първият, който подчертава диагностичния алгоритъм за пациент, за който се подозира, че има проксимална фрактура на раменната кост и по този начин представлява приложение на обобщените мрежи в травматологията.

Разработения обобщено-мрежов модел, представен в статия [4*] е показан на Фиг. 3.3, като в него има 8 прехода и 28 възела със следните значения:

- Позиция Z_1 – представлява личните данни на пациента.
- Позиция Z_2 – историята на заболяването на пациента, тестове за изследване и лабораторните тестове.
- Позиция Z_3 – резултатите от рентгеновия анализ.
- Позиция Z_4 , Z_5 и Z_6 – подробна оценка на рентгеновите изображения.
- Позиция Z_7 – резултатите получени от скенер.
- Позиция Z_8 – крайната диагноза.



Фиг. 3.3. Обобщено-мрежов модел на диагностициране на проксималните фрактури на хумеруса

Обобщено-мрежовият модел съдържа 6 вида ядра: α , β , μ , η , γ и φ . Някои от преходите на модела съдържат така нареченото „специално място“, където се събира информация за конкретните части на диагностичния процес, които той представлява, както следва:

- В позиция l_3 , ядрото остава постоянно и събира и пази информация получена от стъпките за диагностика в личния запис (лични данни).

- В позиция l_6 , ядрото μ остава постоянно и събира и пази информация за медицинската история на пациента, резултатите от изследванията и резултатите от лабораторното изследване.

- В позиция l_{11} , ядрото η остава постоянно и събира и пази информация за резултатите от рентгеновия анализ.

- В позиция l_{25} , ядрото γ остава постоянно и събира и пази информация за резултатите от скенера.

- В позиция l_{28} , ядрото остава постоянно и събира и пази информация за резултатите, получени от всички предишни стъпки.

Ядрото α влиза в мрежата в позиция l_1 с начална характеристика:

"пациент, за който се предполага, че има проксимална фрактура на хумеруса"

По време на функционирането на обобщено-мрежовия модел ядрата α се обединяват с останалите ядра (β , μ , η , γ , and φ). След това някои от тези ядра могат да се разцепят, за да генерират нови ядра α , които получават съответните характеристики. Когато има ядро α или ядро β (α_1 , α_2 , α_3 , α_4 , β_1 и евентуално β_2), в следващата времева стъпка, всички те ще се обединят с ядро от друг тип.

Преходът Z_1 на обобщено-мрежовия модел има следната форма.

$$Z_1 = \langle \{l_1, l_3, l_5, l_{27}\}, \{l_2, l_3\}, r_1 \rangle,$$

където:

$$r_1 = \begin{array}{c|cc} & l_2 & l_3 \\ \hline l_1 & false & true \\ l_3 & W_{3,2} & true \\ l_5 & false & true \\ l_{27} & false & true \end{array}$$

и,

$W_{3,2} =$ *"необходими са медицинска история, физикален преглед и лабораторни изследвания"*.

Ядрата от четирите входни позиции на прехода Z_1 влизат в позиция l_3 и се обединяват с ядрото β , което получава своята начална характеристика. В следващата времева стъпка ядрото β се разцепва на две ядра – едно и също ядро β и ядро α_1 . Когато предикатът $W_{3,2}$ има стойност „true”, ядрото α_1 навлиза в позиция l_2 и там получава характеристика:

„извършете подробна история за механизма на нараняване, физикален преглед и лабораторно изследване”.

Преходът Z_2 има следната форма:

$$Z_2 = \langle \{l_2, l_6\}, \{l_4, l_5, l_6\}, r_2 \rangle,$$

където:

$r_2 =$	l_4	l_5	l_6
	l_2	<i>false</i>	<i>false true</i>
	l_6	$W_{6,4}$	$W_{6,5}$ <i>true</i>

и,

$W_{6,4}$ = "има данни за остро нараняване, силна болка, подуване в областта на рамото, значително ограничение както в активния, така и в пасивния диапазон на движение"; $W_{6,5}$ = "лабораторно изследване е приложено върху пациента".

Ядрата от двете входни позиции на прехода Z_2 влизат в позиция l_6 и се обединяват с ядрото μ , което получава своята начална характеристика В следващата времева стъпка, ядрото μ се разцепва на три ядра – едно и също ядро μ и ядрата α_1 и β_1 .

Когато предикатът $W_{6,4}$ има стойност “true”, ядрото α_1 влиза в позиция l_4 и там получава характеристика:

"помислете: проксимална фрактура на хумеруса, изпратете пациента за рентгеново изследване”.

Когато предикатът $W_{6,5}$ има стойност „true”, ядрото β_1 влиза в позиция l_5 и се връща на позиция l_3 за да разшири личния запис на настоящия пациент с характеристика:

"результатите от лабораторните тестове".

Преходът Z_3 има следната форма:

$$Z_3 = \langle \{l_4, l_{11}\}, \{l_7, l_8, l_9, l_{10}, l_{11}\}, r_3 \rangle,$$

където:

$$r_3 =$$

	l_7	l_8	l_9	l_{10}	l_{11}
l_4	false	false	false	false	true
l_{11}	$W_{11,7}$	$W_{11,8}$	$W_{11,9}$	$W_{11,10}$	true

и,

- $W_{11,7} =$ *"рентгеновото изображение показва: има видима фрактурна линия в ставните сегменти на рамото";*
- $W_{11,8} =$ *"рентгеновото изображение показва: има видима фрактурна линия на раменната кост".*
- $W_{11,9} = \neg W_{11,7} \wedge \neg W_{11,8} \wedge \neg W_{11,10}$;
- $W_{11,10} =$ *"рентгеновото изображение показва: има видима линия на фрактури над туберкулите на раменната кост".*

Ядрата от всички входни позиции на прехода Z_3 влизат в позиция l_{11} и се обединяват с ядрото η , което получава своята първоначална характеристика. В следващата времева стъпка – ядрото η се разделя на пет ядра – същото ядро η остава постоянно на позиция l_{11} и ядрата α_1 , α_2 , α_3 и α_4 . Когато предикатът $W_{11,7}$ има стойност "true", ядрото α_1 влиза в позиция l_7 и там получава следната характеристика:

"помислете за: фрактура на анатомичната шийка или фрактура на главата на раменната става, извършете подробна оценка на рентгеновия образ".

Когато предикатът $W_{11,8}$ има стойност „true“, ядрото α_2 влиза в позиция l_8 и там получава следната характеристика:

„помислете за фрактура на хирургичната шийка на раменната кост, извършете подробна оценка на рентгеновото изображение“.

Когато предикатът $W_{11,9}$ има стойност „true“, ядрото α_3 влиза в позиция l_9 и там получава следната характеристика:

„изпратете пациента за компютърна томография”.

Когато предикатът $W_{11,10}$ има стойност „true”, ядрото α_4 влиза в позиция l_{10} и там получава следната характеристика:

"помислете за: фрактура на големия и / или малкия тубероситас на раменната става, извършете подробна оценка на рентгеновото изображение".

Преходът Z_4 на обобщено-мрежовия модел има следната форма:

$$Z_4 = \langle \{l_7\}, \{l_{12}, l_{13}, l_{14}\}, r_4 \rangle,$$

където:

$$r_4 = \begin{array}{c|ccc} & l_{12} & l_{13} & l_{14} \\ \hline l_7 & W_{7,12} & W_{7,13} & W_{7,14} \end{array}$$

и,

- $W_{7,12}$ „сегментът на фрактурата на анатомичната шийка е изместен под 1 см с по-малко от 45° ”;
- $W_{7,13}$ = "сегментът на фрактурата на анатомичната шийка се измества на повече от 1 см с повече от 45° ".
- $W_{7,14}$ = "ставната повърхност е разделена на две или повече фрагменти".

Когато предикатът $W_{7,12}$ има стойност „true”, ядрото α_1 получава характеристика на позиция l_{12} :

“счупване на едно място на шийката на раменната кост”.

Когато предикатът $W_{7,13}$ има стойност „true”, ядрото α_1 о получава характеристика на позиция l_{13} :

“счупване на две места на шийката на раменната кост”.

Когато предикатът $W_{7,14}$ има стойност „true”, ядрото α_1 получава характеристика на позиция l_{14} :

“раздробена фрактура”.

Преходът Z_5 на обобщено-мрежовият модел има следната форма:

$$Z_5 = \langle \{l_8\}, \{l_{15}, l_{16}, l_{17}, l_{18}\}, r_5 \rangle,$$

където:

$$r_5 = \begin{array}{c|cccc} & l_{15} & l_{16} & l_{17} & l_{18} \\ \hline l_8 & W_{8,15} & W_{8,16} & W_{8,17} & W_{8,18} \end{array}$$

и,

- $W_{8,15}$ - "сегментът на фрактурата на хирургичната шийка се измества по-малко от 1 см с по-малко от 45°";
- $W_{8,16}$ - "сегментът на фрактурата на хирургичната шийка е изместен на повече от 1 см с повече от 45°";
- $W_{8,17}$ - "два фрагмента са изместени повече от 1 см с повече от 45°";
- $W_{8,18}$ - "три фрагмента са изместени повече от 1 см с повече от 45°".

Когато предикатът $W_{8,15}$ има стойност „true”, ядрото α_2 получава характеристика на позиция l_{15} :

“еднофрагментна фрактура на шийката на раменната кост”.

Когато предикатът $W_{8,16}$ има стойност „true”, ядрото α_2 получава характеристика на позиция l_{16} :

“двуфрагментна фрактура на шийката на раменната кост”.

Когато предикатът $W_{8,17}$ има стойност „true”, ядрото α_2 получава характеристика на позиция l_{17} :

“трифрагментна фрактура на шийката, включваща един от тубероситасите”.

Когато предикатът $W_{8,18}$ има стойност „true”, ядрото α_2 получава характеристика на позиция l_{18} :

“четирифрагментна фрактура, включваща и двата тубероситаса”.

Преходът Z_6 на обобщено-мрежовия модел има следната форма:

$$Z_6 = \langle \{l_{10}\}, \{l_{19}, l_{20}, l_{21}, l_{22}\}, r_6 \rangle,$$

където:

$$r_6 = \begin{array}{c|cccc} & l_{19} & l_{20} & l_{21} & l_{22} \\ \hline l_{10} & W_{10,19} & W_{10,20} & W_{10,21} & W_{10,22} \end{array}$$

и,

- $W_{10,19}$ - „Фрагментните сегменти на *tuberositas major* и *minor* са изместени под 1 см. с по-малко от 45° “;
- $W_{10,20}$ - „един от фрагментните сегменти е изместен повече от 1 см. с повече от 45° ъгъл“;
- $W_{10,21}$ - „*tuberositas major* и хумералният вал са изместени с гленохумерална луксация“;
- $W_{10,22}$ - „трисегментна фрактура, като главата на хумеруса е изтеглена надолу“.

Когато предикатът $W_{10,19}$ има стойност „true“, ядрото α_4 получава характеристика на позиция l_{19} : „еднофрагментна фрактура на *tuberositas major*“.

Когато предикатът $W_{10,20}$ има стойност „true“, ядрото α_4 получава характеристика на позиция l_{20} : „двуфрагментна фрактура на *tuberositas major*“.

Когато предикатът $W_{10,21}$ има стойност „true“, ядрото получава характеристика на позиция l_{21} : „трифрагментна фрактура на *tuberositas major* с предно и задно разместване“.

Когато предикатът $W_{10,22}$ има стойност „true“, ядрото α_4 получава характеристика на позиция l_{22} : „четирифрагментна фрактура с валгусно изместване“.

Преходът Z_7 на обобщено-мрежовия модел има следната форма:

$$Z_7 = \langle \{l_9, l_{17}, l_{18}, l_{19}, l_{20}, l_{25}\}, \{l_{23}, l_{24}, l_{25}\}, r_7 \rangle,$$

където:

$r_7 =$		l_{23}	l_{24}	l_{25}
	l_9	false	false	true
	l_{17}	false	false	true
	l_{18}	false	false	true
	l_{19}	false	false	true
	l_{20}	false	false	true
	l_{25}	$W_{25,23}$	$W_{25,24}$	true

и,

- $W_{25,23} = \text{“резултата от скенера потвърждава резултата от рентгена”};$
- $W_{25,24} = \text{“резултата от скенера не дава индикация за проксимална фрактура на раменната кост”}.$

Ядрата от всички входни позиции на прехода Z_7 влизат в позиция l_{25} и се обединяват с ядрото γ , което получава горепосочената характеристика. В следващата времева стъпка ядрото γ се разделя на три ядра – същото ядро γ , остава постоянно на позиция l_{25} и ядрата α_1 и α_2 . Когато предикатът $W_{25,23}$ има стойност „true”, ядрото α_1 влиза на позиция l_{23} и там получава следната характеристика:

“точната морфология на проксимална фрактура на раменната кост, степен на раздробяване и размер на фрагментите, свързани увреждания на тъканите”.

Когато предикатът $W_{25,24}$ има стойност „true”, ядрото α_2 влиза на позиция l_{24} и там получава следната характеристика:

“помислете, фрактура на скапулата, гръбначния стълб или на други наранявания на горните крайници”.

Преходът Z_8 на обобщено-мрежовия модел има следната форма:

$$Z_8 = \langle \{l_{12}, l_{13}, l_{14}, l_{15}, l_{16}, l_{21}, l_{22}, l_{23}, l_{28}\}, \{l_{26}, l_{27}, l_{28}\}, r_7 \rangle,$$

където:

	l_{26}	l_{27}	l_{28}	
$r_8 =$	l_{12}	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>true</i>
	l_{13}	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>true</i>
	l_{14}	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>true</i>
	l_{15}	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>true</i>
	l_{16}	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>true</i>
	l_{21}	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>true</i>
	l_{22}	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>true</i>
	l_{23}	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>true</i>
	l_{28}	$W_{28,26}$	$W_{28,27}$	<i>true</i>

и,

$W_{28,26} = W_{28,27} =$ *“изображенията от рентгена и скенера са напълно анализирани”*.

Ядрата от всички входни позиции на прехода Z_8 влизат в позиция l_{28} и се обединяват с ядрото φ , което получава гореспоменатата характеристика характеристика. В следващата времева стъпка ядрото φ се разцепва на три ядра – същото ядро φ , което остава постоянно на позиция l_{28} и ядрата α и β .

Когато предикатът $W_{28,26}$ има стойност „true”, ядрото α влиза в позиция l_{26} и там получава характеристиката:

“крайната диагноза на пациента е проксимално счупване на раменната кост”.

Когато предикатът $W_{28,27}$ има стойност „true”, ядрото β влиза в позиция l_{27} и се връща на позиция l_3 за да разшири личния запис на настоящия пациент с характеристика:

“крайната диагноза на пациента е проксимално счупване на раменната кост”.

Разработеният обобщено-мрежов модел осигурява рамка, която може да се използва от практикуващите лекари за диагностика на пациенти, за които се предполага, че имат фрактура в проксималната част на раменната кост. Моделът може да бъде сложен и подробен, включващ по-подробно физическо и неврологично изследване, което значително ще подобри точността на първичната диагноза и надеждността на предложения алгоритъм. Методът ще определи точно различните стъпки по време на диагностичните процеси и значително ще подобри нивото на здравеопазването. Така получените резултати могат да се използват за подпомагане на процеса на вземане на решения в диагностичните процеси и за други заболявания. [120]

ЧЕТВЪРТА ГЛАВА

ЕТИЧНИ НОРМИ ПРИ ПРИЛАГАНЕ НА ИНТЕЛИГЕНТНИ МЕТОДИ ЗА АНАЛИЗ НА РЕХАБИЛИТАЦИОННИ ПРОЦЕСИ

4.1. Въведение.

Практиката неизменно налага обсъждането на етиката в отношението между създател и потребител на съвременните методи в медицината, а и във всички сфери на човешкото общуване. Въпросът за отговорността при прилагането на интелигентни методи за анализ на рехабилитационни процеси възниква с особена острота, поради спецификата на самите методи и очакванията на пациентите и въобще на потребителите на въздействието, акумулирано от интелигентното третиране в рехабилитацията и особено при възстановяването при последици от заболяване. Актуалността на проблема търси своите етични измерения поради навлизането на технически и технологични методи в медицината и в частност при навлизането на рехабилитационните техники за подобряване на качеството на живот на пациенти с неврологични оплаквания. Изследователите, които използват най-новите постижения в областта на проектирането на високо ефективни и сложни алгоритми за обработка на данни, получени от наблюдението на пациенти в болнична среда, следва да държат сметка за моралните аспекти на своята дейност, за да не минират от напред въздействието ѝ върху пациентите и върху обществения си облик.

Отговорността е преди всичко правен въпрос и правната ѝ уредба е предмет на множество закони¹ и подзаконови нормативни актове в областта на здравеопазването, интелектуалната собственост, авторското право и защитата на правата на човека и гражданина. С развитието на съвременните интелигентни методи за превенция, лечение и възстановяване при заболяване чрез

¹ Конституцията на Република България, Наказателния кодекс, Семейния кодекс, Кодекса на труда, Кодекса за социално осигуряване, Административнопроцесуалния кодекс, Закона за здравето, Закона за медицинските заведения, Закона за здравното осигуряване, Закона за съсловните организации на лекарите и др.

рехабилитационно третиране, те не стават автоматично предмет на изследване на етичните им измерения. Не се наблюдава специално внимание² върху тази проблематика у нас, а и не съществува анализ на практиката по приложението на подобни методи. Затова при обсъждането на етичните проблеми при прилагането на интелигентни методи за анализ на рехабилитационни процеси следва да се проследи общата доктринална нагласа за анализ и респективно за извеждане на препоръки за актуална правна уредба на етичните отношения в сферата на приложение на тези методи.

4. 2. Теорията.

Етика³ или философия на морала е дял от философията, който се отнася до въпросите на морала и нравствеността. Разумът, заложен в понятието „*етос*“ се отнася до съвместно жилище и правила, които следва да се спазват при съжителството, правила за доброто на хората и техните организации, които сплотяват обществото и налагат преодоляване на индивидуализма и агресията⁴. Затова и етосът предполага изучаване на ценностите, на съвестта, на състраданието, приятелството, пожертвователността и преодоляване на „аза“ в името на общото благо.

Етиката е част от аксиологията⁵ – един от четирите клона на философията, заедно с метафизиката, епистемологията и логиката. Западната традиция в етиката понякога се нарича *морална философия*⁶, а традиционното деление на

² Действа единствено Кодекс за професионалната лекарска етика.

³ От гръцки: *ἦθος*, *етос* – *нав, обичай* е понятие, употребено за първи път от Аристотел (382 г.пр.н.е.), за обозначаване на област от знания, която разработил в своите съчинения. Гръцката дума „*ethos*“ означава „навик“, „нав“, „характер“. Целта на етиката, според Аристотел, била възпитаването на добродетели у хората. Римският император Цицерон (106-43 г.пр.н.е.) въвел в латински език думата „*moralis*“. Етимологически „*ethos*“ и „*moralis*“ са сходни понятия.

⁴ Гусейнов А. А. Етика . Новая философская энциклопедия, – М.: Мысль, 2000, с 23.

⁵ Теорията на ценностите

⁶ Днес, у нас, когато казваме „етика“ визираме област от знания, която изучава моралните съждения за правилно или неправилно, добро или зло от гледна точка на моралните ценности а под „морал“ – разбираме реалната практика, поведението на хората. „Нравственост“ характеризира личностни страни на индивида при проявлението на морала - Хегел е схващал нравствеността като по-висша от морала. Етичното е отношението на съгласие между моралните представи и поведение на двама участници в отношението. Приема се, че „съществува етика, без морал“ или че човешкият морал е неприкосновен избор на всеки. Но обществото трябва да търси приемливите за всички етични норми и да не допуска отклонение от тях.

философията на логика, физика и етика се създава от стоиците⁷. За да се изведе самото съдържание на понятието „етика” и да се установи неговия практически ракурс следва да се изучат установените в различните народи и култури правила на начина на живот и приеманите или отхвърляни от тях ценности. Исторически хората обективно променят представите си за „етичното” в междуличностните отношения и оценката на поведението на всеки индивид. Човекът, като участник в обществените отношения, участва със свое разбиране за света и това разбиране изгражда отношението му към другите хора и към средата, която му е околна, в най-широкия смисъл на понятието.

Познати са различни критерии за разграничаване на проявлението на етиката в човешките отношения, но за целите на настоящото изследване се разглеждат приложната етика и нормативната етика.

Приложната етика принадлежи към професионалната етика⁸, т.е. към етиката на професионалната реализация, със специфичните за всяка професия особеност. Най-тежки и често обсъждани са въпросите на професионалната етика в правото и медицината, поради естественото им значение за човешкото здраве и живот. Въпросите за отговорността на политиците за качеството на живота, за условията на труд и почивка, респективно за престъпленията и наказанията, за правото на аборт, за смъртно наказание, за изкуствено оплождане, за генетичното възпроизводство, за ефтаназията, за използване на атомната енергия за мирни цели и прочее са сред най-важните въпроси на съвременната наука и практика. Проблемите, които се поставят пред приложната етика често придобиват формата на морална дилема, с поне две, както изглежда, равностойни, но противоположни решения. Една сравнително нова топология⁹ разделя приложната етика на шест основни дяла:

⁷ Стоицизмът е школа на елинистичната философия, основана в Атина от Зенон от Китион в III век пр.н.е. и се характеризира с космологичен мироглед, от който произлиза божествения принцип за всички природни явления и естествени връзки. Според стоиците Вселената е изпълнена с един-единствен интелект и той се проявява и в светлината на небето, и в индивидуалното съзнание.

⁸ Almond, Brenda, *Applied Ethics*, в Mautner, Thomas, *Dictionary of Philosophy*, Penguin, 1996

⁹ Markovits, Daniel, *A modern legal ethics: adversary advocacy in a democratic age*, Princeton University Press, 2008, с. 25

1. етика на вземане на решения;
2. професионална етика, насочена към подобряване на професионализма;
3. клинична етика, насочена към здравеопазването;
4. бизнес етика, насочена към подобряване на отношенията на работното място;
5. организационна етика, насочена към отношенията между организациите;
6. социална етика, насочена към изследване на социалните условия като предпоставка за по-добър живот.

Тези основни типове се интерпретират различно, според конкретната ситуация, като се обогатяват с политическа, военна, научна и прочие типове, в зависимост от възприетите критерии.

Нормативната етика се занимава със способите за постигане на всеобщо благо, за регулиране на отношенията между хората по приемлив за мнозинството начин, в името на общи ценности. Нормативната етика е клон на философската етика, която разследва набор от въпроси, които възникват, когато се обмисля как трябва да действа. Нормативната етика се занимава със стандарти за правилността и неправилността на действията и определя кое е приемливо за обществото.

В доктрината се приема, че нормативната етика може да бъде разделена на морална теория и приложна етика. Нормативната етика формира етичните стандарти, които включват:

- **морални норми** – етични стандарти, които изискват, забраняват, повеляват, поощряват поведението - като “не лъжи”, “не кради”, “уважавай другия”;
- **етични принципи** – етични стандарти, които мотивират вземането на съответните решения.

Когато се вземат решения или се достига до научен резултат, следва да се аргументира поведението на дееца, следва да се изтъкнат основания за предприеманите действия. Аргументите се съдържат в етичните принципи,

които следва да мотивират и законовите и подзаконовите нормативни актове. Именно затова всеки механизъм за регулиране почива на определени **принципи за морално оправдание**. А осъзнаването и спазването на етичните принципи е условие за формиране на модерни професионални и етични взаимоотношения в науката и практиката. Върху етичните принципи са развити съвременните етични теории. Така английският учен Джеръми Бентън извежда принципа на утилитаризма, който в правото на Европейския съюз се изразява чрез принципа на пропорционалността, а у нас чрез принципа на съразмерността¹⁰. Според принципа на утилитаризма трябва да се определи алтернативата, да се оцени пряката и косвена печалба и загуба и да се избере тази алтернатива, която води до най-голяма сума от полезни ефекти при съответно най-малко ограничения за гражданите.

Принципът на утилитаризма следва да се съчетае с принципа на формализма, или принципа на универсализма, който изразява необходимостта от защита на правата на човека. За етиката правото се възприема като система от норми, която осигурява съвместен живот на хората, на основа на личната свобода и минимум наказания за нарушаването им. Защитата на правата на човека и гражданина е конституционно прогласено право и то се гарантира с всички видове политически, икономически и правни гаранции, но неговото практическо осъществяване е често смутено от конфликти извън волята на нормалния професионалист.

Моралните права на хората имат реципрочни задължения. Обикновено моралното право на едно лице се реализира чрез моралното задължение на други лица. Моралните права са основа за оправдание на определено поведение, както и за предпазване от определени действия и бездействия. Моралните права не съвпадат с юридическите права, те не са уредени в действащите закони. За да се реализират моралните права следва да се спазва принципът на справедливостта,

¹⁰ Уреден в чл. 6 от Административнопроцесуалния кодекс, обн. ДВ. бр.30 от 11 април 2006г., изм. ДВ. бр.59 от 20 юли 2007г., изм. ДВ. бр.64 от 7 август 2007г., изм. ДВ. бр.94 от 31 октомври 2008г., изм. ДВ. бр.35 от 12 май 2009г., изм. ДВ. бр.100 от 21 декември 2010г., изм. ДВ. бр.39 от 20 май 2011г., изм. ДВ. бр.77 от 9 октомври 2012г., изм. и доп. ДВ. бр.104 от 3 декември 2013г., изм. и доп. ДВ. бр.27 от 25 март 2014г., изм. и доп. ДВ. бр.74 от 20 септември 2016г., доп. ДВ. бр.13 от 7 февруари 2017г., изм. ДВ. бр.58 от 18 юли 2017г., доп. ДВ. бр.63 от 4 август 2017г., изм. ДВ. бр.85 от 24 октомври 2017г., доп. ДВ. бр.103 от 28 декември 2017г., доп. ДВ. бр.42 от 22 май 2018г., изм. ДВ. бр.65 от 7 август 2018г.

който е изискване за съответствие между деяние и възмездие, между право и задължение, между вложено и придобито¹¹. Справедливостта е древен идеал и се разбира като равенство - равно разпределение на богатата и вредите между всички хора в групата или обществото.

Макар да е общоприето, че нравствени правила да имат еднаква насоченост към всички, без да изхождат от конкретен субект, те имат форма на безлично задължение и са относително устойчиви, без да са писани или да са скрепени със силата на държавната принуда. Тяхната санкция е собствената съвест на човека и общественото мнение за него, респективно обществено създадения образ за човека като морален или неморален. Така моралните норми целят да съгласуват, регулират и стандартизират в някаква степен поведението на членовете на обществото – да бъдат своеобразна мяра за дисциплинираност и еднаквост, на предвидимост, прозрачност, публичност и рационалност в поведението на хората.

Съзнанието има основна роля в определянето на личните морални правила, за формирането на правосъзнанието, а от там и за спазването на закона. Съзнанието се изгражда в процеса на възпитание в семейството, училището, на работното място, налага се от средата, в която живее всеки, и е насочено към лично и социално благоденствие. Моралът носи характеристиката на бита, на семейството, на идеологията, на професията, на средата, възпитанието, прогреса и е основен белег на културата на човека, възприемана като начин на живот и самоуважение, т.е., самооценка. Всяко изменение на тези компоненти води до промяна и в нравствените ценности, които регулират поведението на човека. Моралът, като социален регулатор уеднаквява и хармонизира поведението на хората, които избират да му се подчиняват доброволно, по убеждение, въз основа на обективни закономерности.

4.3. Практиката.

За разлика от юридическата отговорност, моралната отговорност има духовен характер. В областта на здравеопазването е възприето понятието

¹¹ По Михайлова, Михайлина, Цел и целесъобразност в правото, Наука и изкуство, С., 1983, с. 11 и сл.

медицинска етика¹², която и както **медицинска деонтология**, е система от етични принципи, които уреждат прилагането на хуманните, свързаните с грижата за човека, ценностни и възгледи в лекарската и медицинската практика. Като научна дисциплина медицинската етика обхваща практиката, включително клиничната практика и както и изследвания в областта на медицинската история, история на медицинската етика, и интердисциплинарни изследвания с философска, социологическа и теологическа насоченост¹³.

Съвременната медицинска етика се появява през 18 век, когато при тежка епидемия в Манчестър, един от практикуващите лекари – Томас Пърсивал е помолен да очертае схема на професионално поведение, която да поучи колегията и да намали рисковете от конфликти в тяхната работа. Така през 1803 г. бива публикуван наръчник за професионално поведение със заглавие «Кодекс на институциите». Кодексът съдържа правила за професионалното поведение на лекарите и хирурзите в три групи:

1. задълженията на лекаря към неговите пациенти и задълженията на пациентите към техния лекар;
2. задълженията на лекарите един към друг и към медицината – като една особена организация и нейните институции;
3. задълженията на лекарите към обществото и на обществото към тях и тяхната професия.

Първият конгрес по медицинска етика се провежда в Париж през 1900 г., а след Втората световна война се популяризира Кодекса от Нюрнберг с неговите условия за работа на медика:

- интернационализация на препоръките за медицинска етика;
- уважение към личността;

¹² Терминът е въведен от Аристотел за означаване на учението за нравствеността. Медицинската деонтологията е наука за моралния и професионален дълг на медицински работници. Включва система от етични професионални принципи, както и произтичащата от тях отговорност на медицинските работници.

¹³ Wikipedia, https://bg.wikipedia.org/wiki/Медицинска_етика, Раданов, Ст., *Медицинска деонтология*, Сиела, 2004

- получаване на свободно и информирано съгласие при експериментите с хора.

Програми за опити с хора при националсоциализма в Япония и японски експерименти с военнопленници са последвани от Нюрнбергския лекарски процес от 1947 г., на който е съставен и Нюрнбергският кодекс, послужил като основа за провеждане на необходими и етически съдържани медицински опити с хора. Световният лекарски съюз приема през 1964 г. „Декларация за етичните закони при медицински изследвания на човека“, известна като Декларацията от Хелзинки, която съдържа ръководни препоръки при биомедицинските изследвания върху човешки същества и която се актуализира от декларацията от Токио от 1975 г.

Днес в почти всички медицински факултети по света бъдещите лекари полагат клетва за себеангажираност в лекарската си практика и в отношението си към пациента и лекарското съсловие. Хипократовата клетва е замислена още около 4 век пр.н.е. и е публикувана в *Женевската декларация на Световния лекарски съюз* през 1948 г.

Медицинската етика се развива и чрез Декларацията от Женева, Международния кодекс за медицинска етика, Етичния кодекс на Американската Медицинска Асоциация и др.

Въпреки това развитие и популяризирането му и след 1975 г. са известни случаи, при които медицинската етика е нарушена чрез незаконното прилагане на евтаназия, злоупотреба с психическото въздействие върху пациенти и експерименти с хора в Съветския съюз, САЩ и на други места.

Тъй като медицинската етика е обвързана с всички аспекти на медицинската практика, нормите които тя определя обхващат цялата сфера на здравеопазването. Така медицинската етика, развила се лекарската етика, но се отнася до всички действащи лица в здравеопазването – институции, организации, тя също е свързана и с пациентите, техните семейства и обществото като цяло. В целия свят са възприети като основни ценности:

- благополучието и благоденствието на пациента;
- забраната да се вреди - *primum non nocere*;

- правото на самоопределяне на пациентите или принципът на автономията;
- принципът на човешкото достойнство.

Основните етични принципи, около които се групират етичните оценки за методите за лечение на хора са:

1. уважение към автономността, към свободата на личността да взема решение;
2. ненанасяне на вреда;
3. добронамереност – да се върши максимално добро, при разумно балансиране на рисковете от това;
4. полезност в сътрудничеството;
5. справедливост и честност при разпределяне на ползите и разноските.

Особени изисквания възникват в отношенията “лекар-пациент” – относно лекарската тайна. Така например проблеми на медицинската етика, свързани с репродуктивното поведение – изкуствено оплождане, ин-витро фертилизация, излишните ембриони, абортът след осмата седмица, когато започва да се развива мозъкът, сурогатната майка, която износва плода и го връща след раждането на родителите, сексуалната активност на психически увредени хора и прочее. Особено внимание привлича днес информираното съгласие в медицината - за разлика от традиционното доброволно съгласие. Пациентът следва да се възприема като част от екипа, особено при рехабилитационните методи, когато без неговото съдействие резултатът не бил положителен. Това се отнася и до нетрадиционната медицина, като вариант на препоръчаната алтернатива, в случаите на хипноза, акупунктура, билколечение, техники с биополе, духовно пречистване, продукти от натурата.

4.4. Моралът.

Лекарската професия и съпътстващите я професии на консултантите и рехабилитаторите са рискова професионална дейност. Пациентите и техните близки имат очаквания към резултатите от лечението, които не винаги отразяват обективната ситуация и натоварват отношенията с лекуващия с обвинения и

заплахи, които би следвало да са предварително предвидени в нормите за управлението на тези отношения.

Пред обществото стои въпросът как медицинската етика и правото заедно да допринесат за защита на човешките права или да се признае, че законът трябва да уреди всички аспекти на тези отношения. Медицинската етика като приложна нормативна етика включва приложението на универсалните етични принципи и правила към специфични морални проблеми, които възникват в медицинската практика при осигуряване на медицинска помощ и в биомедицинските изследвания. Въпроси, които в миналото са регулирани с етични норми, като аборта и прекратяване на лечението, започват да се обсъждат в съдебните зали и стават също толкова важни за практикуващите медицински специалисти, както тези за информираното съгласие и правата на пациента. Често, на практика при епидемии или разпространяването на инфекциозни заболявания, като СПИН, въпросите на медицинската етика се поставят като съдебни казуси и се решават от съда. Така последна дума за личната свобода и неприкосновеност, конфиденциалността, медицинските изследвания върху хора, изолацията, поставянето под карантина, задължителност лечение и други има правораздавателната власт, а не етичните съсловни лекарски комисии, в различните им проявления. В медицинските училища започват да се изучават правните аспекти на медицината. Формира се нов клон на правната наука – медицинско право, който обсъжда въпроса за границата на взаимодействието между етиката и правото в медицината.

Не престава обаче да се задава основният въпрос - дали моралните принципи са основа за развитието на правните норми при здравеопазването като държавна политика или днес, при навлизането на електрониката и роботиката в медицинската практика има отстъпление от този принципи или не съществуват съвременни форми на защита тук и сега?

Правото дефинира границите на индивидуалното поведение, определени от обществото, чието нарушаване е свързано с налагането на правни и международноправни санкции като осъждане в граждански или наказателен процес, отнемане на правото за упражняване на професията, отнемане на

разрешение за дейност, намаляване на възнаграждението, лишаване от специалност и прочее.

Напредъкът в медицинската наука и въвеждането на нови методи за безкръвно лечение и реанимация и механичните възможности за рехабилитация, увеличават възможността за продължаване на живота, в случаи, при които в миналото смъртта е била неизбежна. Новите постижения в медицината изправят медицинските специалисти пред въпроси, които не могат да бъдат решени само с етични правила, при тяхната условност и меки форми на въздействие. Защитата на живота здравето на човека изисква категорическия императив¹⁴ на правната санкция. Така например задължението за запазване на човешкия живот придобива различно звучене в случаи на пациенти, изпаднали в кома, които вероятно биха умрели, при преустановяване на механичната реанимация. Морален остава въпросът хуманно ли е да се живее в състояние на кома, по житейски несъобразен начин, без оглед на цената за поддържане на това състояние. „Primum non nocere” - преди всичко не вреди, не покрива спецификата на множество казуси за продължаване на живота¹⁵.

Нормите на медицинската етика и на правото се стремят да гарантират в най-висока степен защита правата на пациента и получаване на качествена

¹⁴ По Еманюел Кант

¹⁵ Известен е прецедентът от 1976 г. на Karen Ann Quinlan и решението на Върховния съд на Ню Джърси, САЩ. През 1975, 21-годишната Karen Ann Quinlan изпада в кома след употреба на алкохол и лекарства. Родителите ѝ настояват за спиране на реанимацията, но лекуващите лекари отказват да спрат механичното поддържане на живота на Karen, с оглед на правилата на медицинската етика, които забраняват извършване на действия, които могат да доведат до смъртта на пациента. Адвокатите на семейство Quinlan пледират, че това не е въпрос на медицинската етика, а на правото да бъде отказано лечение при предизвестена смърт. Съдът решава, че родителите имат право да откажат лечение от името на дъщеря си и отказът им е съвместим с правилата на медицинската етика. Съдът решава още, че ако Комисията по етика на болницата, приеме неблагоприятната прогноза за продължаване на коматозното състояние, може да бъде преустановена респирацията, като участващите в процедурата лекари ще имат имунитет срещу евентуално бъдещо наказателно или гражданско преследване. Противно на медицинските прогнози, при спиране на респиратора Karen Ann Quinlan продължава за диша сама. Тя остава в кома до смъртта си 10 години по-късно. Случаят на Karen Ann Quinlan става нарицателен за връзката между медицинската етика и правото за последиците от професионални решения, взети от медицинските специалисти.

здравна услуга. Етичните правила обикновено поставят по-високи стандарти за поведение пред медицинските специалисти, отколкото юридическите норми, но тяхното приложение е несигурно. Както се отбелязва в литературата - етиката адресира поведение на отделния човек, а правото е съвкупност от абстрактни правила за поведение, които се отнасят до всички хора, без ограничение във времето и пространството. Правото е съвкупност от норми, създадени от държавната власт, с цел да защитават обществото като цяло и на отделния гражданин и неговите организации. Етичните норми са оценъчен продукт на разбирането за добро и зло. Правните норми се създават от държавата и се привеждат в сила от държавната власт. Етичните норми, макар и неписани, определят човешкото поведение, но тяхната санкция не се институционализира и не се обективира публично.

В правната норма е заложено да следва етичния принцип и етичното поведение обикновено съвпада с изискванията на закона. Но не съществува писано задължение правните норми да бъдат морални! Нещо повече! Не съществува автоматична процедура за проверка на моралността на правото. Познати са множество случаи, при които правото защитава интереси, които в очите на обществото са неморални – като ниските пенсии за пенсионери, работили цял живот, изгонването на майката с децата от наследственото жилище на бащата, продажбата на жилище, обитавано от стари болни хора от реститути, с цел печалба и други.

Съществуват, макар и изолирани случаи, в които етиката и медицинското право поставят различни изисквания. Медицинските специалисти могат да бъдат изправени пред избора да се съобразяват с медицинската етика или с правните разпоредби. Дали поведението ще бъде морално или законосъобразно обикновено се мотивира от възможността да се наложи наказание или да се получи имотна облага. Неетичното поведение е неприемливо както обществото, така и за професионалните съсловия в здравеопазването, но незаконосъобразното поведение има много по-тежки последици, а това сравнение не стимулира спазването на медицинска етика. Неетичното поведение е свързано с възможни негативни оценки от пациенти, колеги, общество.

Поведение, което е в разрез с установени правни правила, дори да е етично, води до реализирането на юридическа отговорност.

Международната организация, с най-висок авторитет при създаването и утвърждаването на стандартите на етично поведение на лекарите и медицинските работници е Световната Медицинска Асоциация¹⁶. Международният Кодекс по медицинска етика, приет през 1949 г. в Лондон и Лисабонската Декларацията за правата на пациентите от 1981 г. оформят международната платформа, която неизменно се възпроизвежда от националното право на държавите и е залегнала в правото на Европейския съюз от областта на медицинската етика. Тези международни актове обаче имат пожелателен характер и не са задължителни за правните субекти в Република България. Затова и техните принципи се инкорпорират в националното законодателство и им се придава силата на правни норми.

Медицинска етика у нас се обогатява и от ратифицираните двустранни и многостранни международни договори, като Международния пакт за граждански и политически права, Конституцията на Световната здравна организация, Конвенцията за защита на правата на човека и на човешкото достойнство във връзка с прилагането на постиженията на биологията и медицината, Конвенция за правата на човека и биомедицината от Овиедо и други. Законът за здравето, устройствените закони на съсловните организации, кодексите за професионална етика. С правни запрети се урежда забраната за евтаназия, правото на палиативни медицински грижи, отказа от лечение, оказването на медицинска помощ след получаване на информирано съгласие и при тяхното нарушаване се предвижда налагането на административни наказания за лекари, лечебни заведения, медицински специалисти и пациенти, по реда на специалните закони и общия ред на Закона за административните нарушения и наказания и Административнопроцесуалния кодекс.

Кодексът на професионалната етика¹⁷, с изменено заглавие от 2013 г., когато е наименуван Кодекс на професионалната етика на лекарите в България

¹⁶ World Medical Association.

¹⁷ Обн. ДВ. бр.79 от 29 септември 2000г., изм. и доп. ДВ. бр.85 от 28 септември 2013г.

(КПЕЛБ) е приет от XXXIII, LVI и LVII Извънреден събор на Българския лекарски съюз (БЛС) и се издава на основание на чл. 9, т. 2 от Закона за съсловните организации на лекарите и на лекарите по дентална медицина¹⁸. Макар да съществува логика по отношение на медицинската етика да се търси приложение на правилата на Кодекса на професионалната етика на лекарите в България и относно рехабилитаторите, следва да се има предвид правната дефиниция на понятието "асоциирани медицински специалисти", уредена в Допълнителните разпоредби на Закона за съсловните организации на медицинските сестри, акушерките и асоциираните медицински специалисти, на зъботехниците и на помощник-фармацевтите¹⁹/ЗСОМСААМСЗПФ/. Според ЗСОМСААМСЗПФ асоциираните медицински специалисти са медицинските лаборанти, рентгеновите лаборанти, лекарските асистенти, **рехабилитаторите**, фелдшерите, ортопедичните техници и масажистите (с увредено зрение). По отношение на лицата, които прилагат интелигентни методи в рехабилитационните процеси следва да се приложи разпоредбата на чл. 21, ал. 2, т. 3 ЗСОМСААМСЗПФ, според която това са лица, които имат придобита образователно-квалификационна степен на висшето образование "магистър" или "бакалавър" по професионални направления "здравни грижи" или "обществено здраве" по смисъла на чл. 11 от закона. Доколкото в специалния ЗСОМСААМСЗПФ не са изведени специални правила за професионалната етика на асоциираните медицински специалисти, по отношение на тях следва да се прилагат правилата на Кодекса на професионалната етика на лекарите в България.

¹⁸Обн. ДВ. бр.83 от 21 юли 1998г., изм. ДВ. бр.70 от 10 август 2004г., изм. ДВ. бр.76 от 20 септември 2005г., изм. ДВ. бр.85 от 25 октомври 2005г., изм. ДВ. бр.30 от 11 април 2006г., изм. ДВ. бр.59 от 21 юли 2006г., изм. ДВ. бр.75 от 12 септември 2006г., изм. ДВ. бр.105 от 22 декември 2006г., изм. ДВ. бр.31 от 13 април 2007г., изм. ДВ. бр.13 от 8 февруари 2008г., изм. ДВ. бр.102 от 28 ноември 2008г., изм. ДВ. бр.101 от 18 декември 2009г., изм. ДВ. бр.98 от 14 декември 2010г., изм. ДВ. бр.101 от 28 декември 2010г., изм. ДВ. бр.39 от 20 май 2011г.

¹⁹ Обн. ДВ. бр.46 от 3 юни 2005г., изм. ДВ. бр.85 от 25 октомври 2005г., изм. ДВ. бр.30 от 11 април 2006г., изм. ДВ. бр.59 от 21 юли 2006г., изм. ДВ. бр.75 от 12 септември 2006г., изм. ДВ. бр.41 от 22 май 2007г., изм. ДВ. бр.13 от 8 февруари 2008г., изм. ДВ. бр.41 от 2 юни 2009г., изм. ДВ. бр.98 от 14 декември 2010г., изм. ДВ. бр.101 от 28 декември 2010г., изм. и доп. ДВ. бр.103 от 27 декември 2016г., изм. и доп. ДВ. бр.91 от 2 ноември 2018г., с изменено заглави от ноември 2018 г. Този закон урежда устройството, организацията и дейността на съсловните организации на медицинските сестри, акушерките и асоциираните медицински специалисти, на зъботехниците и на помощник-фармацевтите, условията за упражняване на професиите им и професионалното им развитие, както и за поддържането на професионалния им регистър.

Кодексът съдържа правилата на лекарската етика, като съвкупност от норми на поведение, които служат изцяло на живота и здравето на индивида и обществото. Според Въведението на кодекса лекарската професия е **творчество, което съчетава наука, изкуство и техника** и служи на живота, здравето и работоспособността на човека и на целия народ. Лекарската професия изисква от лекаря човечност, всеотдайност и чувство за отговорност. Лекарят е длъжен да упражнява своята професия по съвест и да отговаря на доверието, което му предоставя тя.

Както е уредено в отделните глави на кодекса, той регулира отношенията на лекаря с пациента и неговите близки и отношенията на лекаря с колегите му и с обществото, а правилата на професионалната лекарска етика са задължителни за всеки лекар. Лекарите трябва да следят стриктно използваните начини за информиране на пациентите и населението и да не допускат името, квалификацията и уменията им да се използват с рекламна цел²⁰. Лекарят е длъжен непрекъснато да се усъвършенства, да търси и анализира причините на заболяванията и да съдейства за тяхната профилактика²¹.

В чл. 45 и чл. 47 КПЕЛБ се въвежда понятието „лекар-експерт или консултант. Това разширително авторово тълкуване на понятието „лекар” и „лекуващ лекар” е в съзвучие със съвременните интелигентни методи за рехабилитация и отговаря на стремежа на това изследване да намери етичните проекции на прилагането на интелигентните методи за рехабилитация на практика, т.е. следва да се възприема кат обща норма по отношение на асоциираните медицински специалисти.

В разпоредбата на чл. 60 КПЕЛБ може, на следващо място, да се търси замисъл за приложение на практиката на интелигентните методи при рехабилитация. По смисъла на тази разпоредба лекарят ...съдейства за популяризирането на здравословния начин на живот....

²⁰ Чл. 14 КПЕЛБ

²¹ Чл. 14 КПЕЛБ

Тези разпоредби на кодекса обаче не намират развитие в него, а и в действащото в областта законодателство. Създаването и прилагането на интелигентни методи за прилагане на съвременните рехабилитационни процеси следва да се уреди в действащото законодателство и особено в подзаконовите актове по приложението му, за да се създаде ефективна правна гаранция за защита на правата на пациентите и практикуващия консултант.

Изпълнението на нормите на лекарската етика се контролира от БЛС, като нарушенията се санкционират съгласно Закона за съсловните организации на лекарите и на лекарите по дентална медицина, устава на БЛС и правилника за дейността на комисиите за професионална етика²².

Съгласно чл. 37 от Закона за съсловните организации на лекарите и лекарите по дентална медицина, всеки член на съсловието носи юридическа отговорност за неспазване на правилата, предвидени в кодексите за професионална етика. Реализирането на административнонаказателна отговорност не отменя търсенето на наказателна, гражданска или дисциплинарна отговорност.

4.5. Заключение и предложение de lege ferenda.

Действащата правна уредба не урежда етичните аспекти на приложението на интелигентните методи при рехабилитационните процеси и не отговаря на практическата необходимост от подобна уредба. Необходимо е в етичните кодекси на съсловните организации в медицината и управлението на базите данни да се регламентират етичните въпроси, свързани с:

- служебните задължения на изследователя, консултанта /рехабилитатора;
- длъжностната характеристика на изследователя, консултанта /рехабилитатора;
- вътрешните правила на институциите, свързани с изследователската дейност в медицината;

²² Чл. 63 КПЕЛБ.

Единствено спазването на академичен морал в съзвучие с етичните норми в медицината ще доведе до изследователска и приложна дейност в интерес на развитието на науката и обществото. Следва да се предложи изменение и допълнение на общия кодекс за професионална етика в здравеопазването, като се предвиди текст, който да уреди спазването на етични норми при прилагането на съвременни интелигентни методи при рехабилитация във всичките ѝ възможни проявления. Подобен текст следва да предвиди форми на информирано съгласие, при които да се обясни степента на участие на медицинския специалист при прилагане на автоматизирани системи за рехабилитация и повишената отговорност на пациента при прилагането на тези методи.

Консултантът и изследователят трябва да се чувства длъжен да укрепва доверието на обществото и на всеки пациент в качеството, надеждността и обществената полза от интелигентните методи за лечение и възстановяване, следва да стреми към честност и коректност при събирането, обработката и излагането на данни, резултати, методи, процедури, при спазване на изискванията за защита на личните данни и квалифицираната информация и правилата за защита на авторското право и сродните му права, както и завишените европейски изисквания за защита на интелектуалната собственост и противопоставянето на киберзаплахите.

Изследователят следва да се въздържа от фабрикуването и фалшифицирането на данни, използването на погрешни данни и да популяризира знанието си за подобно поведение. Изследователят следва да събира, анализира и оценява вярно, точно и безпристрастно всички факти и обстоятелства свързани с работата му, без да допуска влияние на собствени или чужди интереси и да избягва преднамереност при планиране на експеримента, анализа и интерпретацията на данните, като се грижи за честното разпределяне на ползите и вредите от изследването. Тези разсъждения относно работата с данните на пациентите са годна основа за изработване на правила в един бъдещ етичен кодекс за приложение на интелигентни методи за анализ на рехабилитационни процеси.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дисертационният труд е посветен на разработването на нови, високоефективни интелигентни методи за анализ на рехабилитационни процеси, които да притежават оптимални статистически характеристики. Приложени са най-новите достижения в областта на проектирането на високо ефективни алгоритми за обработка на данни получени от наблюдението на пациенти в болнична среда. Използваните интелигентни методи изискват обработката на големи потоци данни, позовавайки се на цялата достъпна информация за наблюдаваната клинична картина.

В дисертационния труд за целите на анализа са използвани математически средства за моделиране, като е избран за най-подходящ апарата на Обобщените мрежи (ОМ). Друг подход, който е използван в дисертационния труд е интеркритериалният анализ, който се основава на два математически формализма: алгебричният апарат на индексирани матрици (ИМ), когато се налага прилагането на алгебрични операции над матрици с различни размер и интуиционистки размити множества (ИРМ), като математически инструмент за третиране на неопределеността.

Настоящият дисертационен труд е структуриран в четири глави.

В първа глава е направен обзор на известните интелигентни методи и алгоритми за анализ на сложни процеси. Посочени са предимствата и недостатъците на разгледаните методи и алгоритми. Въз основа на направения системен анализ е обоснована необходимостта от избор на подходящи интелигентни техники за анализ на рехабилитационни процеси. Хипотезата на настоящият дисертационен труд е, че като най-подходящи за целите на анализа на рехабилитационни процеси биха били мрежовите методите основаващи се на теорията на обобщените мрежи (ОМ), както и методите ползващи интуиционистки размити множества (ИРМ) и индексирани матрици (ИМ).

Във втора глава е направен анализ на рехабилитационните процеси при анкилозиращ спондилоартрит – болест на Бехтерев и хронично дегенеративно заболяване на колянната става – Гонартроза. Разгледани са етиологията и

патологоанатомични промени, които настъпват при пациенти с тези заболявания. Подробно са разгледани прилаганите кинезитерапевтични методи за изследване, диагностика и лечение. Дефинирани са целите на кинезитерапията, като запазване подвижността и функцията на гръбначния стълб и засегнатите стави.

В трета глава са представени получените експериментални резултати от прилагането на интелигентни методи за анализ на рехабилитационни процеси. Обект на изследване е здравният статус на пациентите с ревматоиден артрит по отношение на качеството им на живот. Наблюдаваните пациенти са на възраст от 25 до 80 години, разпределени са в две групи – експериментална и контролна група. Целта на провежданата кинезитерапевтична програма при пациенти с ревматоиден артрит е възможно постигане на функционално повлияване, съобразено с рехабилитационният потенциал. Представено е и изследване с наблюдавани 25 пациенти, от които 14 жени и 11 мъже на възраст от 25 до 67 години. Приложена им е специализирана методика на кинезитерапия с цел да се увеличи обема на движение в шиен дял и да се намали сковаността. Анализирани са данни от 10 пациента с клинична диагноза артроза на колянната става. Всички пациенти са от женски пол, с умерено изразен двигателен дефицит и болкова симптоматика, проявяваща се при движение. Средната възраст на пациентите е 62,9 години. Целта на кинезитерапията е поддържане и подобряване на функцията в коленните стави и на целия долен крайник. Представен е и модел на обобщена мрежа (ОМ-модел) за физикален преглед при кинезитерапия. Представеният модел на обобщена мрежа е първият, който представлява подход на физикално изследване при пациент с оплаквания от мускулно-скелетната система.

В четвърта глава е направен анализ на юридическите аспекти при използването на данни, свързани с физическото състояние на пациенти в болнична среда. Познати са различни критерии за разграничаване на проявлението на етиката в човешките отношения, но за целите на дисертационния труд се разглеждат приложната етика и нормативната етика. Приложната етика принадлежи към професионалната етика, т.е. към етиката на

професионалната реализация, със специфичните за всяка професия особеност. Най-тежки и често обсъждани са въпросите на професионалната етика в правото и медицината, поради естественото им значение за човешкото здраве и живот. Нормативната етика се занимава със способите за постигане на всеобщо благо, за регулиране на отношенията между хората по приемлив за мнозинството начин, в името на общи ценности.

Методологията на изследванията в дисертацията включват използването на числен и експериментален подход. Численият подход е използван при реализацията на алгоритмите посредством компютърно изчисляване на интелигентните методи за анализ на рехабилитационните процеси. Експерименталният подход е използван при събирането на данни от наблюдения на пациенти с изследваните заболявания.

Получените в дисертацията резултати са публикувани в шест статии, от които две статии в списание с SCImago Journal Rank (SJR) - *International Journal Bioautomation*, две статии в списание *Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets*, една статия в списание на Полската академия на науките - *Issues in Intuitionistic Fuzzy Sets and Generalized Nets* и една статия е включена в базата данни на *IEEEExplore*. Всички публикации са реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация, с което са спазени изискванията на закона за развитието на академичния състав в Република България.

Резюме на получените резултати

В резултат от проведените изследвания, представени в настоящия дисертационен труд, са постигнати следните научни, научно-приложни и приложни резултати:

1. Направено е систематизиране на съществуващите интелигентни методи за анализ на рехабилитационни процеси.

2. Предложена е методология за анализ на рехабилитационни процеси при пациенти със социално значими заболявания.

3. Разработени са обобщеномрежови модели на рехабилитационни процеси при пациенти с мускулно-скелетни оплаквания и при пациенти с фрактури в проксималната част на раменната кост.

4. Получени са резултати за прилагането на интелигентни методи за анализ на рехабилитационни процеси при пациенти с анкилозиращ спондилоартрит – болест на Бехтерев, като е постигнато повишаване на ефективността на използваните техники за лечение.

5. Получени са резултати за прилагането на интелигентни методи за анализ на рехабилитационни процеси при пациенти с хронично дегенеративно заболяване на колянната става – Гонартроза, като е постигнато повишаване на ефективността на използваните техники за лечение.

6. Направено е систематизиране на юридическите аспекти при използването на данни свързани с физическото състояние на пациенти в болнична среда. В резултат, на което е формулирано предложение за изменение и допълнение на общия кодекс за професионална етика в здравеопазването, като се предвиди текст, който да уреди спазването на етични норми при прилагането на съвременни интелигентни методи при рехабилитация във всичките й възможни проявления.

Насоки за бъдещи изследвания

Получените в дисертацията резултати са приложими за решаването на по-широк кръг задачи в описването на реални биологични и рехабилитационни процеси. Това би могло да бъде насока за бъдещи изследвания, които ще доведат до обогатяване на изследваната научна област.

Публикации по темата на дисертационния труд

1*. Zaharieva B., L. Doukovska, I. Radeva, S. Ribagin - *InterCriteria Analysis Approach to Behtetrev's Disease Analysis, Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets (NIFS)*, ISSN 1310-4926, e-ISSN 2367-8283, vol. 23, № 2, pp. 119-127, 2017.

2*. Zaharieva B., L. Doukovska, S. Ribagin, A. Michalíková, I. Radeva - *InterCriteria Analysis of Behterev's Kinesitherapy Program, Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets (NIFS)*, ISSN 1310-4926, e-ISSN 2367-8283, vol. 23, № 3, pp. 69-80, 2017.

3*. Ribagin, S., B. Zaharieva - *Generalized Net Model of Physical Examination of Patient with Musculoskeletal Complaints in Kinesitherapy, Issues in Intuitionistic Fuzzy Sets and Generalized Nets*, 13, EXIT Publishing House, SRI-PAS, pp. 96-108, 2017.

4*. Ribagin S., B. Zaharieva, I. Radeva, T. Pencheva - *Generalized Net Model of Proximal Humeral Fractures Diagnosing, International Journal Bioautomation*, ISSN 1314-1902, vol. 22, № 1, pp. 11-20, 2018 (SJR 0.25).

5*. Zaharieva B., L. Doukovska, S. Ribagin, I. Radeva - *InterCriteria Decision Making Approach to Behterev's Disease Analysis, International Journal Bioautomation*, ISSN 1314-1902, 2018 (SJR 0.25) (to be published).

6*. Zaharieva, B., L. Doukovska, V. Atanassova - *InterCriteria Decision Making Approach for Osteoarthritis Disease Analysis, Proc. of the 9-th IEEE International Conference on Intelligent Systems - IS'18, Madeira Island, Portugal, IEEEExplore*, ISBN 978-1-5386-7097-2, 2018.

Декларация за оригиналност на резултатите

Декларирам, че дисертацията съдържа оригинални резултати, получени, при проведени от мен, научни изследвания с подкрепата и съдействието на научния ми ръководител.

Резултатите, които са получени, описани и/или публикувани от други учени, са коректно и подробно цитирани в библиографията.

Настоящият дисертационен труд не е прилаган за придобиване на научна степен в друго висше учулище, университет или научен институт.

Подпис:

/Бистра Захариева/

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Андонов, В., Обобщени мрежи с характеристики на позициите, Дисертационен труд за присъждане на ОНС „доктор“, Институт по биофизика и биомедицинско инженерство, БАН, 2015.
2. Атанасов, К., Въведение в теорията на обобщените мрежи, Понтика Принт, Бургас, 1992.
3. Атанасов, К., Обобщени мрежи. Дисертационен труд за придобиване на образователната и научна степен „Доктор“, СНС по математика, София, 1986.
4. Атанасов, Кр., Е. Сотирова, Обобщени мрежи, София, Издателство на БАН „Проф. Марин Дринов“, 2017.
5. Атанасова, В., Изследване на алгоритми за конструиране на обобщеномрежови модели, Дисертационен труд за присъждане на ОНС „доктор“, Институт по информационни и комуникационни технологии, БАН, 2013.
6. Димитрова, Е., Мобилизация на периферните нерви, Издателство: НСА – ПРЕС, София, 268 стр., 2016.
7. Димитрова, Е., Мускулна релаксация и стречинг, Издателство: НСА – ПРЕС, София, 2008.
8. Димитрова, Е., Попов, Н. Ръководство за упражнения по функционална диагностика на ОДА, Издателство: НСА – ПРЕС, София, 2006.
9. Загорев, М., Анкилозиращ спондилоартрит, София, 2006.
10. Каранешев, Г., Теория и методика на лечебната физкултура, Медицина и физкултура, София, 1991.
11. Краев, Т., Ц. Пантева, М. Стоилова, Е. Левонян, П. Монева, Лечебен масаж и постизометрична релаксация, ISBN 954-909-735-8, Веридия, 256 стр., 2006.
12. Колева, И., Основи на физикалната медицина, физиотерапия и рехабилитацията - част 2, ISBN 978-619-183-035-0, Симел, 659 стр., 2015.
13. Колева, И., Съвременни методи на рехабилитация: мекотъканни техники, ISBN 978-619-183-046-6, РИК – Симел, 287 стр., 2016.

14. Колева, И., Функционална оценка в медицинската рехабилитация и ерготерапията, ISBN 978-954-9487-578, РИК – Симел, 154 стр., 2008.
15. Левит, К., Мануална терапия, Медицина и физкултура, 1981.
16. Любенова, Д., Кинезитерапия при нервни и психични болести, Бетапринт, София, 2011.
17. Попов, Н., Въведение във физиотерапията - основни средства и методи, София, 2012.
18. Попов, Н., Кинезиология и Патокинезиология на опорно-двигателния апарат, НСА-ПРЕС, София, 2009.
19. Попов, Н., Попова, Д., Груева, Т., Физиотерапия при мускулно – скелетни дисфункции на долен крайник, НСА-ПРЕС, София, 2013.
20. Рязкова, М., Кирова, Физикална терапия - обща и специална част, София, 2002.
21. Транева, В. Тримерни индексирани матрици и приложения в транспортната задача и Олар-куб, Дисертационен труд, София, 2016.
22. Хаджийски, М., Интелигентни хибридни системи за адаптация, вземане на решения и управление, ХТМУ, 2011.
23. Alexieva, J., E. Choy, E. Koycheva, Review and bibliography on generalized nets theory and applications. In: A Survey of Generalized Nets (E. Choy, M. Krawczak, A. Shannon and E. Szmidt, Eds.), Raffles KvB Monograph 10, 207-301, 2007.
24. Altman, R., E. Asch, D. Bloch et al., Development of criteria for the classification and reporting of osteoarthritis of the knee, Arthritis Rheum, Volume 29, 1039-1049, 1986.
25. Andonov, V., K. Atanassov, Generalized Nets with Characteristics of the Places, Comptes rendus de l'Académie bulgare des sciences: sciences mathématiques et naturelles, Volume 66, № 12, 1673-1680, 2013.
26. Angelova, M., O. Roeva, T. Pencheva, InterCriteria Analysis of a Cultivation Process Model Based on the Genetic Algorithm Population Size Influence, Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, Volume 21, № 4, 90-103, 2015.

27. Angelova, M., O. Roeva, T. Pencheva, InterCriteria Analysis of Crossover and Mutation Rates Relations in Simple Genetic Algorithm, *Annals of Computer Science and Information Systems*, Volume 5, 419-424, 2015.
28. Atanassov, K., *Applications of Generalized Nets*, World Scientific, Singapore, 1993.
29. Atanassov, K., Conditions in Generalized Nets, *Proceedings of the XIII Spring Conference of the Union of Bulgarian Mathematicians*, Sunny Beach, 219-226, 1984.
30. Atanassov, K., Dynamical Elements in the Generalized Nets, *AMSE Review*, Volume 1, № 4, 1-9, 1984.
31. Atanassov, K., Extended intuitionistic fuzzy graphs, *Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets*, Volume 20, № 1, 1-11, 2014.
32. Atanassov, K., Generalized Index Matrices, *Comptes rendus de l'Academie Bulgare des Sciences*, Volume 40, № 11, 15-18, 1987.
33. Atanassov, K., *Generalized Nets*, World Scientific, Singapore, 1991.
34. Atanassov, K., *Generalized Nets and Systems Theory*, Prof. Marin Drinov Academic Publishing House, Sofia, 1997.
35. Atanassov, K., Index matrix representation of the intuitionistic fuzzy graphs, *Fifth Scientific Session of the Math. Foundations of Artificial Intelligence Seminar*, Sofia, Oct. 5, Preprint MRL-MFAIS-10-94, 36-41, 1994.
36. Atanassov, K., *Index Matrices: Towards an Augmented Matrix Calculus*, *Studies in Computational Intelligence* 573, Springer, Switzerland, 2014.
37. Atanassov, K., Intuitionistic fuzzy sets, *Fuzzy Sets and Systems*, Volume 20, № 1, 87-96, 1986.
38. Atanassov, K., *Intuitionistic Fuzzy Sets*, Springer-Verlag, Heidelberg, 1999.
39. Atanassov, K., Intuitionistic fuzzy sets, VII ITKR's Session, Sofia, 1983.
40. Atanassov, K., New operations defined over intuitionistic fuzzy sets, *Fuzzy Sets and Systems* Volume 61, № 2, 137-142, 1994.
41. Atanassov, K., *On Generalized Nets Theory*, Academic Publishing House Prof. Marin Drinov, Sofia, 2007.
42. Atanassov, K., On index matrices, Part 1: Standard cases, *Advanced Studies in Contemporary Mathematics*, Volume 20, № 2, 291-302, 2010.

43. Atanassov, K., On index matrices, Part 2: Intuitionistic fuzzy case, Proceedings of the Jangjeon, Mathematical Society, Volume 13, № 2, 121-126, 2010.
44. Atanassov, K., On index matrices, Part 3: On the hierarchical operation over index matrices, Advanced Studies in Contemporary Mathematics, Volume 23, № 2, 225-231, 2013.
45. Atanassov, K., On index matrix interpretations of intuitionistic fuzzy graphs. Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, Volume 8, № 4, 73-78, 2002.
46. Atanassov, K., On Intuitionistic Fuzzy Sets Theory, Studies in Fuzziness and Soft Computing, Springer, 2012.
47. Atanassov, K., On the concept Generalized net, AMSE Review, Volume 1, № 3, 39-48, 1984.
48. Atanassov, K., Remarks on the Conjunctions, Disjunctions and Implications of the Intuitionistic Fuzzy Logic, IJUFKS, Volume 9, № 1, 55-65, 2001.
49. Atanassov, K., Temporal intuitionistic fuzzy graphs, Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, Volume 4, № 4, 59-61, 1998.
50. Atanassov, K., Theory of Generalized nets (an algebraic aspect), Advances in Modelling & Simulation, AMSE Press Volume 1, № 2, 27-33, 1984.
51. Atanassov, K., D. Mavrov, V. Atanassova, InterCriteria decision making. A new approach for multicriteria decision making, based on index matrices and intuitionistic fuzzy sets. Proc. of Issues in IFSs and GNs, Volume 11, 1-8, Warsaw, Poland, 2014.
52. Atanassov, K., D. Mavrov, V. Atanassova. A new approach for multicriteria decision making, based on index matrices and intuitionistic fuzzy sets. Modern Approaches in Fuzzy Sets, Intuitionistic Fuzzy Sets, Generalized Nets and Related Topics. Volume I: Foundations, IBS PAN - SRI PAS, Warsaw, Volume 11, 1-8, ISBN 978-83-61551-10-2, 2014.
53. Atanassov, K., E. Sotirova, V. Bureva, On index matrices. Part 4: New operations over index matrices. Advanced Studies in Contemporary Mathematics, Volume 23, № 3, 547-552, 2013.
54. Atanassov, K., M. Daskalov, P. Georgiev, S. Kim, Y. Kim, N. Nikolov, A. Shannon, J. Sorsich, Generalized Nets in Neurology, Academic Publishing House Prof. M. Drinov, Sofia, 1997.

55. Atanasov, K., S. Sotirov, Index matrix interpretation of the Multilayer perceptron, Proc. of IEEE International Symposium on Innovations in Intelligent Systems and Applications (INISTA), 19-21 June 2013, Albena, INSPEC Accession Number:13710966, 2013.
56. Atanasov, K., S. Sotirov, A. Antonov, Generalized net model for parallel optimization of feed-forward neural network, Advanced studies in contemporary Mathematics, Volume 15, № 1, 109-119, 2007.
57. Atanasov, K., V. Atanasova, G. Gluhchev, InterCriteria Analysis: Ideas and problems, Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, Volume 21, № 1, 81-88, 2015.
58. Atanasov, K., V. Atanasova, P. Chountas, A. Shannon, Generalized Nets with Places, Having Intuitionistic Fuzzy Capacities, Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, Volume 17, № 4, 21-28, 2011.
59. Atanasov, K., V.Chakarov, A.Shannon, J.Sorsich, Generalized net models of the human body, Prof. Marin Drinov Academic Publishing House, Sofia, 2008.
60. Atanasov, K., V. Tasseva, T. Trifonov, Modification of the Algorithm for Token Transfer in Generalized Nets, Cybernetics and Information Technologies, Volume 7, № 1, 62-66, 2007.
61. Atanasova, V., Generalized Nets with Volumetric Tokens, Comptes rendus de l'Academie bulgare des Sciences, Volume 65, № 11, 1489-1498, 2012.
62. Atanasova, V., Interpretation in the Intuitionistic Fuzzy Triangle of the Results, Obtained by the InterCriteria Analysis, 16th World Congress of the International Fuzzy Systems Association (IFSA), 9th Conference of the European Society for Fuzzy Logic and Technology (EUSFLAT), 30.06-03.07.2015, Gijon, Spain, 1369-1374, DOI 10.2991/ifsa-eusflat-15.2015.193, 2015.
63. Atanasova, V., Interpretation in the Intuitionistic Fuzzy Triangle of the Results, Obtained by the InterCriteria Analysis, 16th World Congress of the International Fuzzy Systems Association (IFSA), 9th Conference of the European Society for Fuzzy Logic and Technology (EUSFLAT), 30.06-03.07.2015, Gijon, Spain, 1369-1374, DOI 10.2991/ifsa-eusflat-15.2015.193, 2015.
64. Atanasova, V., L. Doukovska, K. Atanasov, D. Mavrov, InterCriteria Decision Making Approach to EU Member States Competitiveness Analysis, Proc. of the

International Symposium on Business Modeling and Software Design – BMSD’14, 24-26 June 2014, Luxembourg, Grand Duchy of Luxembourg, ISBN 978-989-758-032-1, DOI 10.5220/0005427302890294, pp 289-294, 2014.

65. Atanassova, V., D. Mavrov, L. Doukovska, K. Atanassov, Discussion on the Threshold Values in the InterCriteria Decision Making Approach, Proc. of the 18th International Conference on Intuitionistic Fuzzy Sets, Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets (NIFS), Volume 20, №2, ISSN 1310-4926, e-ISSN 2367-8283, 94-99, Sofia, Bulgaria, 2014.
66. Atanassova, V., I. Vardeva, E. Sotirova, L. Doukovska, Traversing and Ranking of Elements of an Intuitionistic Fuzzy Set in the Intuitionistic Fuzzy Interpretation Triangle, Proc. of the International Conference on Intuitionistic Fuzzy Sets and Generalized Nets – IFSGN’15, Krakow, Poland, In: Novel Developments in Uncertainty Representation and Processing, K. Atanassov, O. Castillo, J. Kacprzyk, M. Krawczak, P. Melin, S. Sotirov, E. Sotirova, E. Szmidt, G. De Tre, S. Zadrozny (Eds.), ISSN 2194-5357, ISSN 2194-5365 (electronic), ISBN 978-3-319-26210-9, ISBN 978-3-319-26211-6 (eBook), DOI 10.1007/978-3-319-26211-6_14, Book series 401: Advances in Intelligent Systems and Computing, Springer International Publishing, Switzerland, 161-174, 2015.
67. Atanassova, V., L. Doukovska, A. Kazprzyk, E. Sotirova, I. Radeva, P. Vassilev, InterCriteria Analysis of The Global Competitiveness Report: form Efficiency-to-innovation-driven economies, Journal of Multiple-Valued Logic and Soft Computing, (Editor-in-Chief Dan A. Simovici), ISSN 1542-3980 (print), ISSN 1542-3999 (online), Volume 31, № 5-6, 469-494, 2018.
68. Atanassova, V., L. Doukovska, G. De Tré, I. Radeva, InterCriteria Analysis and Comparison of Innovation-Driven and Efficiency-to-Innovation Driven Economies in the European Union, Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets (NIFS), ISSN 1310-4926, e-ISSN 2367-8283, Volume 23, № 3, 54-68, 2017.
69. Atanassova, V., L. Doukovska, D. Karastoyanov, František Čapkovič, InterCriteria Decision Making Approach to EU Member States Competitiveness Analysis: Trend Analysis, Proc. of the 7th IEEE International Conference Intelligent Systems - IS’14, September 24–26 2014, Warsaw, Poland, ISSN 2194-5357, ISSN

- 2194-5365 (electronic), ISBN 978-3-319-11312-8, ISBN 978-3-319-11313-5 (eBook), DOI 10.1007/978-3-319-11313-5, Volume 1: Mathematical Foundations, Theory, Analyses, Springer International Publishing, Switzerland, P. Angelov et al. (eds.), Advances in Intelligent Systems and Computing Volume 322, 107-115, 2015.
70. Atanassova, V., L. Doukovska, D. Mavrov, K. Atanassov, InterCriteria Decision Making Approach to EU Member States Competitiveness Analysis: Temporal and Threshold Analysis, Proc. of the 7th IEEE International Conference Intelligent Systems - IS'14, September 24–26 2014, Warsaw, Poland, ISSN 2194-5357, ISSN 2194-5365 (electronic), ISBN 978-3-319-11312-8, ISBN 978-3-319-11313-5 (eBook), DOI 10.1007/978-3-319-11313-5, Volume 1: Mathematical Foundations, Theory, Analyses, Springer International Publishing, Switzerland, P. Angelov et al. (eds.), Advances in Intelligent Systems and Computing Volume 322, 95-106, 2015.
 71. Atanassova, V., L. Doukovska, M. Krawczak, InterCriteria analysis of countries in transition from factor-driven to efficiency-driven economy, Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets (NIFS), ISSN 1310-4926, e-ISSN 2367-8283, Volume 24, № 2, 84-96, 2018.
 72. Atanassova, V., L. Vardeva, E. Sotirova, L. Doukovska, Traversing and ranking of elements of an intuitionistic fuzzy set in the intuitionistic fuzzy interpretation triangle, Chapter, Novel Developments in Uncertainty Representation and Processing, Volume 401, Advances in Intelligent Systems and Computing, 161-174, 2016.
 73. Ball, J., Enteropathy in rheumatoid and ankylosing spondylitis, Ann Rheum Dis, Volume 30, № 3, 213-223, 1971.
 74. Barr, A., E. Feigenbaum, The Handbook of Artificial Intelligence, Morgan Kaufmann, 1981.
 75. Biswas, R., Decoding the ‘progress’ of decision making process in the human cognition systems while evaluating the membership value $\mu(x)$. Issues in Intuitionistic Fuzzy Sets and Generalized Nets, Volume 10, 21-53, 2013.
 76. Bureva, V., Pl. Yovcheva, S. Sotirov, Generalized Net Model of Fingerprint Recognition with Intuitionistic Fuzzy Evaluations, Advances in Fuzzy Logic and Technology, Springer, Cham, 286-294, 2017.

77. Chakarov, V., A. Shannon, K. Atanasov, Generalized net model of human hematopoietic system, *Intentional Electronic Journal Bioautomation*, Volume 2, 107-114, 2005.
78. Chakarov, V., K. Atanasov, A. Shannon, Generalized net model of the human muscular-skeletal system. *A Survey of Generalized Nets* (E.Y.H. Choy, M. Krawczak, A. Shannon, E. Szmidt, Eds.), *Raffles KvB Monograph № 10*, Sydney, 127140, 2007.
79. Chakarov, V., K. Atanasov, A. Shannon, Principal generalized net model of an excretory system, *Proceedings of the Fifth Int. Workshop on Generalized Nets*, Sofia, 2006.
80. Chakarov, V., K. Atanasov, V. Tasseva, M. Matveev, E. El-Darzi, P. Chountas, I. Petrounias, Generalized net model for some basic clinical administrative decision making, *First European Conference on Health Care Modelling and Computation*, Craiova, Aug. 31 - Sept. 2, 2-8, 2005.
81. Chakarov, V., K. Atanasov, V. Tasseva, Application of the generalized nets in medicine (Edemas), *First European Conference on Health Care Modelling and Computation*, Craiova, Aug. 31 - Sept. 2, 79-86, 2005.
82. Chountas, P., I. Petrounias, C. Vasilakis, E. El-Darzi, A. Tseng, K. Atanasov, B. Kolev, V. Kodogiannis, "Temporality and Intuitionistic Fuzzy Data Warehouses", In: *Proceedings of the Eighth International Conference on Intuitionistic Fuzzy Sets*, 20-21 June 2004, Varna, Bulgaria, 47-55, 2004.
83. Chountas, P., Atanasov K., Petrounias, I., On Intuitionistic Fuzzy Representation of Temporal and Factual Uncertainty, presented at the joint meeting of the 5th World Multi-conference on Systemics, Cybernetics and Informatics - SCI'2000, 2001.
84. Doukovska L., V. Atanasova, E. Sotirova, I. Vardeva, I. Radeva, Defining Consonance Thresholds in InterCriteria Analysis: An Overview. In: *Intuitionistic Fuzziness and Other Intelligent Theories and Their Applications*. SCI, Vol 757. Springer, Cham, 2019.
85. Doukovska, L., D. Karastoyanov, N. Stoymenov, I. Kalaykov, InterCriteria decision making approach for iron powder briquetting. *Proceedings of the Fifth International Symposium on Business Modeling and Software Design - BMSD 2015*, July 6-8, Milan, Italy, 2015, ISBN 978-989-758-111-3, 292-296, 2015.

86. Doukovska, L., D. Karastoyanov, N. Stoymenov, I. Kalaykov, InterCriteria Decision Making Approach for Iron Powder Briquetting, Proc. of the International Symposium on Business Modeling and Software Design – BMSD'15, Milan, Italy, ISBN 979-989-758-111-3, 292-296, 2015.
87. Doukovska, L., V. Atanassova, D. Mavrov, I. Radeva, InterCriteria Analysis of EU Competitiveness Using the Level Operator N_γ , In: J. Kacprzyk et al. (eds.), Advances in Fuzzy Logic and Technology, Series Advances in Intelligent Systems and Computing, Volume 641, DOI 10.1007/978-3-319-66830-7, Springer International Publishing AG, 631-647, 2017.
88. Doukovska, L., G. Shahpazov, V. Atanassova, InterCriteria analysis of the creditworthiness of SMEs. A case study, Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets (NIFS), ISSN 1310-4926, e-ISSN 2367-8283, Volume 22, № 2, 108-118, 2016.
89. Doukovska, L., G. De Tré, I. Radeva, InterCriteria Analysis and Comparison of Innovation-Driven and Efficiency-to-Innovation Driven Economies in the European Union, Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets (NIFS), ISSN 1310-4926, e-ISSN 2367-8283, Volume 23, № 3, 54-68, 2017.
90. Doukovska, L., K. Atanasov, Generalized Net Model of Hydro Power Plants Load Distribution - Part 1, Proc. of the 13th International Workshop on Generalized Nets – IWGN'12, 29 October, London, UK, 83-90, ISSN 1313-6860, 2012.
91. Doukovska, L., V. Atanassova, InterCriteria Decision Making Approach in Radar Detection Threshold Analysis, Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets (NIFS), ISSN 1310-4926, e-ISSN 2367-8283, Volume 21, № 4, 129-135, 2015.
92. Doukovska, L., V. Atanassova, InterCriteria Analysis approach in radar detection threshold analysis, Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, ISSN 1310-4926, Volume 21, № 4, 129-135, 2015.
93. Doukovska, L., V. Atanassova, G. Shahpazov, F. Čapkovič, InterCriteria Analysis Applied to Various EU Enterprises, Proc. of the International Symposium on Business Modeling and Software Design – BMSD'15, Milan, Italy, ISBN 979-989-758-111-3, 284-291, 2015.
94. Doukovska, L., S. Vassileva, Intelligent Methods for Process Control and Diagnostics of Mill Fan System, Cybernetics and Information Technologies (CIT),

Print ISSN 1311-9702, Online ISSN 1314-4081, DOI 10.2478/cait-2014-0012, Volume 14, №1, 151-160, 2014.

95. Fidanova, S., O. Roeva, M. Paprzycki, InterCriteria Analysis of Ant Colony Optimization Application to GPS Surveying Problems, Issues in Intuitionistic Fuzzy Sets and Generalized Nets, Volume 12, 20-38, 2015.
96. Fidanova, S., P. Pop, An Improved Hybrid Ant-Local Search Algorithm for the Partition Graph Coloring Problem, Journal of Computational and Applied Mathematics, Elsevier, Volume 293, 55-61, DOI 10.1016/j.cam.2015.04.030, 2016.
97. Fidanova, S., Z. Ilcheva, Application of Ants Ideas on Image Edge Detection, Large Scale Scientific Computing, Lecture Notes in Computer Science, Volume 9374, 1-8, 2015.
98. Goguen, J., L-fuzzy sets, Journal of Mathematical Analysis and Applications, Volume 18, № 1, 145-174, 1967.
99. Goldman, L., A. Schafer, Goldman's Cecil Medicine, 24th ed. Philadelphia, PA, Elsevier Saunders, chap 273, 2011.
100. Gorzalczany, M., Interval-valued fuzzy fuzzy inference method - some basic properties. Fuzzy Sets and Systems, Volume 31, № 2, 243-251, 1989.
101. Ifigenia: Lecture courses, http://ifigenia.org/wiki/Ifigenia:Lecture_courses, 2010.
102. Karastoyanov, D., L. Doukovska, S. Gyoshev, I. Kalaykov, InterCriteria decision making approach for metal chips briquetting. Proceedings of the Fifth International Symposium on Business Modeling and Software Design - BMSD 2015, July 6-8, 2015, Milan, Italy, ISBN 978-989-758-111-3, 297-301, 2015.
103. Kisner, C., C. Colby, Therapeutic exercise, FA Davis Company, Philadelphia, 2002.
104. Kordon, A., Applying Computational Intelligence, Springer, 2010.
105. Kurzweil, R., The Age of Intelligent Machines, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1990.
106. Luger, G., Artificial Intelligence, Pearson, Addison Wesley, 2009.
107. Mavrov, D., I. Radeva, K. Atanassov, L. Doukovska, I. Kalaykov, InterCriteria Software Design: Graphic Interpretation within the Intuitionistic Fuzzy Triangle, Proc.

- of the International Symposium on Business Modeling and Software Design – BMSD’15, Milan, Italy, ISBN 979-989-758-111-3, 279-283, 2015.
108. Michael, W. P., et al., The Epidemiology, Etiology, Diagnosis, and Treatment of Osteoarthritis of the Knee, *Deutsches Ärzteblatt International*, Volume 107, № 9, 152-162, 2010.
 109. Ware, J., K. Snow, M. Kosinski, B. Gandek, SF-36® Health Survey Manual and Interpretation Guide, Boston, MA: New England Medical Center, The Health Institute, 1993.
 110. Otzetov, K., Study of the effects of applying the specialized methodology of KT with patients having initial gonartrosis, Sofia, 2014.
 111. Parvathi, R., S. Thilagavathi, G. Thamizhendhi, M. G. Karunambigai. Index matrix representation of intuitionistic fuzzy graphs. *Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets*. Volume 20, № 2, 100-108, 2014.
 112. Parvathi, R., V. Atanassova, L. Doukovska, C. Yuvapriya, K. Indhurekha, InterCriteria Analysis of Rankings of Indian Universities, *Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets (NIFS)*, ISSN 1310-4926, e-ISSN 2367-8283, Volume 24, №1, 99-109, 2018.
 113. Pawlak, Z. Rough sets, ICS, PAS Report 431, 1981.
 114. Pencheva, T., M. Angelova, P. Vassilev, O. Roeva, InterCriteria Analysis Approach to Parameter Identification of a Fermentation Process Model, In: *Novel Developments in Uncertainty Representation and Processing, Part V*, (K. Atanassov, O. Castillo, J. Kacprzyk, M. Krawczak, P. Melin, S. Sotirov, E. Sotirova, E. Szmidt, G. De Tré, S. Zadrozny, Eds.), Volume 401, *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 385-397, 2016.
 115. Pencheva, T., Roeva, O., M. Angelova, Investigation of genetic algorithm performance based on different algorithms for InterCriteria relations calculation, *Lecture Notes in Computer Science*, 10665, 390-398, 2018.
 116. Petrova, N., PhD Thesis “Role of kinesiotherapy to improve quality of life on patients with RA”, The Neofit Rilski South-West University, Blagoevgrad, Bulgaria. 2015.

117. Roeva, O., P. Vassilev, InterCriteria Analysis of Generation Gap Influence on Genetic Algorithms Performance, In: Novel Developments in Uncertainty Representation and Processing, Part V, (K. Atanassov, O. Castillo, J. Kacprzyk, M. Krawczak, P. Melin, S. Sotirov, E. Sotirova, E. Szmidt, G. De Tré, S. Zadrozny, Eds.), Volume 401, Advances in Intelligent Systems and Computing, 301-313, 2016.
118. Roeva, O., P. Vassilev, M. Angelova, T. Pencheva, InterCriteria Analysis of Parameters Relations in Fermentation Processes Models, Lecture Notes in Computer Science, Volume 9330, 171-181, 2015.
119. Roeva, O., S. Fidanova, M. Paprzycki, InterCriteria Analysis of ACO and GA Hybrid Algorithms, Studies in Computational Intelligence, Springer, Volume 610, 107-126, DOI 10.1007/978-3-319-21133-6, 2016.
120. Roeva, O., S. Fidanova, P. Vassilev, P. Gepner, InterCriteria Analysis of a Model Parameters Identification using Genetic Algorithm, Annals of Computer Science and Information Systems, Volume 5, 501-506, 2015.
121. Ribagin, S., K. Atanassov, A. Shannon, Generalized net model of shoulder pain diagnosis, Issues in intuitionistic fuzzy sets and Generalized nets, Volume 11, Warsaw School of Information Technology, Warsaw, 55-62, 2014.
122. Ribagin, S., Generalized net model of age-associated changes in the upper limb musculoskeletal structures, Comptes rendus de l'Académie bulgare des Sciences, Volume 67, Issue №11, 1503-1512, 2014.
123. Rudwaleit, M., A. Metter, J. Listing, J. Sieper, J. Braun, Inflammatory back pain in ankylosing spondylitis: a reassessment of the clinical history for application as classification and diagnostic criteria. Arthritis Rheum, Volume 54, № 2, 569-578, 2006.
124. Russell, S, P. Norvig, Artificial Intelligence – A Modern Approach (Second Edition), Prentice Hall, New Jersey, 2003.
125. Shahpazov, G., L. Doukovska, K. Atanassov, Generalized Net Model of Internal Structural Unit Functionality Focused on SME Financing, Proc. of the 12th International Workshop on Intuitionistic Fuzzy Sets and Generalized Nets – IWIFSGN'13, Warsaw, Poland, In: Modern Developments in Fuzzy Sets, Intuitionistic Fuzzy Sets, Generalized Nets and Related Topics, K. Atanassov, M. Baczynski, J.

- Drewniak, J. Kacprzyk, M. Krawczak, E. Szmidt, M. Wygralak, S. Zadrozny (Eds.), Warsaw, Poland, ISBN 83-894-7554-5, 83-92, 2014.
126. Shannon, A., E. El-Darzi, K. Atanassov, P. Chountas, V. Chakarov, V. Tasseva, Principal generalized net model of diagnostic and therapeutic processes in medicine, Proceedings of the Seventh Int. Workshop on Generalized Nets, Sofia, 14-15 July, 30-38, 2006.
 127. Shannon, A., J. Sorsich, K. Atanassov, N. Nikolov, P. Georgiev, GN in general and internal medicine, Volume 1, Prof. Marin Drinov Academic Publishing House, Sofia, 1998.
 128. Shannon, A., J. Sorsich, K. Atanassov, N. Nikolov, P. Georgiev, Generalized Nets in General and Internal Medicine. Volume 2, Prof. Marin Drinov Academic Publishing House, Sofia, 1999.
 129. Shannon, A., J. Sorsich, K. Atanassov, N. Nikolov, P. Georgiev. Generalized Nets in General and Internal Medicine. Volume 3, Prof. Marin Drinov Academic Publishing House, Sofia, 2000.
 130. Shannon, A., J. Sorsich, K. Atanassov, V. Radeva, Generalized Net Interpretations of Ivan Dimirtov's Informational Theory of Diseases, Prof. Marin Drinov Academic Publishing House, Sofia, 2001.
 131. Shannon, A., K. Atanassov, V. Chakarov, Global generalized net model of a human body: an intuitionistic fuzzy approach. Proceedings of the Eight International Conference on Intuitionistic Fuzzy Sets (J. Kacprzyk and K. Atanassov, Eds.), Sofia, 20-21 June, Volume 2, 75-81, 2004.
 132. Shannon, A., K. Atanassov, V. Chakarov, Principal generalized net model of the human gastrointestinal tract, Proceedings of the Ninth National Conference on Biomedical Physics and Engineering, 14-16 Oct., 278-283, 2004.
 133. Shannon, A., K. Atanassov, V. Chakarov, Generalized net model of the gastrointestinal system of the human body, Advanced Studies on Contemporary Mathematics, Volume 10, № 2, 101-110, 2005.
 134. Shannon, A., D. Langova-Orozova, E. Sotirova, I. Petrounias, K. Atanassov, M. Krawczak, P. Melo-Pinto, T. Kim. Generalized Net Modelling of University Processes. KvB Visual Concepts Pty Ltd, Monograph № 7, Sydney, 2005.

135. Sorsich, J., A. Shannon, K. Atanassov, A global generalized net model of the human body. Proc. of the Conf. Bioprocess systems'2000, 11-13 Sept., Sofia, IV.1-IV.4, 2000.
136. Sorsich, J., A. Shannon, K. Atanassov, Generalized Net Model of the Cardiovascular system (An intuitionistic fuzzy approach), Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, Volume 6, № 4, 59-63, 2000.
137. Sorsich, J., A. Shannon, K. Atanassov. Generalized Net in Child Neurology, Prof. Marin Drinov Academic Publishing House, Sofia, 2002.
138. Sorsich, J., V. Chakarov, A. Shannon, K. Atanassov, Generalized Net Model in use for medical diagnosing, Proceedings of the Fourth Int. Workshop on Generalized Nets, Sofia, 23 September, 8-11, 2003.
139. Sotirov, S., E. Sotirova, P. Melin, O. Castilo, K. Atanassov, Modular Neural Network Preprocessing Procedure with Intuitionistic Fuzzy InterCriteria Analysis Method, In: Flexible Query Answering Systems, Volume 400, Advances in Intelligent Systems and Computing, 2015, Springer International Publishing, 175-186, 2016.
140. Sotirov, S., Opportunities for application of the InterCriteria analysis method to neural network preprocessing procedures, Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, Volume 21, 2015, № 4, 143-152, ISSN 1310-4926.
141. Sotirov, S., V. Atanassova, E. Sotirova, V. Bureva, D. Mavrov, Application of the Intuitionistic Fuzzy InterCriteria Analysis Method to a Neural Network Preprocessing Procedure, 16th World Congress of the IFSA, 9th Conference of the EUSFLAT, Atlantis Press, 1559-1564, 2015.
142. Sotirov, S., V. Atanassova, E. Sotirova, L. Doukovska, V. Bureva, D. Mavrov, J. Tomov, Application of the Intuitionistic Fuzzy InterCriteria Analysis Method with Triples to a Neural Network Preprocessing Procedure, Computational Intelligence and Neuroscience, Volume 2017, article ID 2157852, DOI 10.1155/2017/2157852, 9 pages, 2017.
143. Srinivasan, D., Modeling and Optimization for Large Engineering Systems: Hybrid Computational Intelligence and Multi-Agent Approach, 2010 World Congress on Computational Intelligence, Barcelona, Spain, 2010.

144. Stratiev, D., I. K Shishkova, A. Nedelchev, K. E. Kirilov, E. Nikolaychuk, A. S. Ivanov, I. Sharafutdinov, A. Veli, M. Mitkova, T. Tsaneva, N. Petkova, R. Sharpe, D. Yordanov, Z. Belchev, S. Nenov, N. Rudnev, V. Atanassova, E. Sotirova, S. Sotirov, K. Atanassov, Investigation of relationships between petroleum properties and their impact on crude oil compatibility, *Energy & Fuels*, American Chemical Society, DOI 10.1021/acs.energyfuels.5b01822, ISSN 0887-0624, 2015.
145. Van Baar, M., Assendelft W., Dekker J, et al., Effectiveness of exercise therapy in patients with osteoarthritis of the hip or knee. *Arthritis Rheum* 42:1361–9 16, 1999.
146. Ware, J., K. Snow, M. Kosinski, B. Gandek, SF-36® Health Survey Manual and Interpretation Guide, Boston, MA: New England Medical Center, The Health Institute, 1993.
147. Ware, J., M. Kosinski, J. Dewey, B. Gandek, How to Score and Interpret Single – Item Health Status Measures: A Manual for Users of the SF-8 Health Survey, Lincoln RI: Quality Metric Incorporated, 2001.
148. Vasilakis, C., E.El-Darzi, A simulation study of the winter bed crisis, *Health Care Management Science*, Volume 4, Springer, Netherlands, 1, 31-36, 2001.
149. Zadeh, L. A, Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility, *Fuzzy Sets and Systems*, Volume 1, 3-28, 1978.
150. Zadeh, L. A., Fuzzy sets, *Information and Control*, 8, 338-353, 1965.
151. Zaharieva, B., D. Karastoyanov, L. Doukovska, Visual Braille Service for Low-Sighted Users, Proc. of the 9th IEEE International Conference on Intelligent Systems – IS'18, 25-27 September 2018, Funchal, Madeira Island, Portugal, ISBN 978-1-5386-7097-2, IEEE Xplore, 2018.
152. Zaharieva, B., D. Karastoyanov, L. Doukovska, N. Stoimenov, V. Atanassova, InterCriteria Decision Making Approach for Hybrid Electromagnetic Systems, Proc. of the 9th IEEE International Conference on Intelligent Systems – IS'18, 25-27 September 2018, Funchal, Madeira Island, Portugal, ISBN 978-1-5386-7097-2, IEEE Xplore, 2018.
153. <http://medpedia.framar.bg/заболявания>
154. http://www.ortho-centre.com/bg/Za_gonartrozata-c142
155. <http://zdravennavigator.bg/article/okolo-dushi-bylgariia/19454>