##### Физиология на движението

Едно от най-характерните качества на стойностните научни и философски концепции е тяхната способност да извеждат общовалидни истини, по някакъв особен начин намиращи се извън ограниченията на времето и пространството. Тази особеност на базовите в своята същност, концептуални и основополагащи тези е охарактеризирана по убедителен начин от следната мисъл на известния български философ, психолог и изследовател в сферата на квантовата физика д-р Тимен Тимев: „Физиката описва процеси, намиращи се във времето, докато самото време се намира в метафизиката” [[1]](#footnote-1). Съдържащата се в тази мисъл теза отново извежда на преден план разликата между *фундаменталното* и *приложното* начало – времето (както и пространството) владее *приложната* страна на всеки процес, докато *фундаменталната* страна на процеса владее самото време.

В контекста на тази съпоставка, в предходния раздел „Психология на движението” бяха изведени най-вече тези свойства на интерпретационния процес, които се намират в психологията човека и по тази причина не са докрай подвластни на конкретните проявления, характерни за времето и пространството във външния свят. В настоящия раздел, озаглавен „Физиология на движението”, ще преминем с една стъпка надолу в нивото на детайлизация, анализирайки как точно трябва да бъдат доразвити концептуалните тези и как биха могли да бъдат приложени на практика именно в условията на *времето* и *пространството*. Тази концепция обуславя и наименованията на първите два подраздела в настоящата част, които ще бъдат озаглавени съответно „Движения на ръката в пространството” и „Движения на ръката във времето”. В първия от тях ще разгледаме изведената дотук обща теза за основното значение на дуалностите в контекста на известни пространствени понятия като *възходяща* или *низходяща* посока на движение, *линейни* и *кръгови* траектории и др., следвайки общите принципи за важността на баланса и хармоничното редуване в контекста на всеки две на пръв поглед противоположни понятия.

Във втория подраздел ще разгледаме най-вече протичащите във времето противоположности, които могат да бъдат окачествени с понятия като *напрежение* и *релакс* и които биха могли да бъдат открити в много различни аспекти на сложното взаимодействие между човешката ръка и клавиатурата.

В третата секция на настоящия раздел, озаглавена „Ръка и тяло”, ще бъде разгледан сложният и комплексен характер на същността на човешката ръка като краен елемент на цялостен двигателен комплекс. Ще бъдат изтъкнати редица анатомични и физиологични особености на ръката при отчитане на нейните основни елементи и ергономията на тяхното поведение. Ключовият въпрос за разпределението на тежестта и минимизиране на усилието в рамките на клавирното изпълнение ще бъде разгледан в контекста на различните видове пианистична техника.

###### Движенията на ръката в триизмерното пространство

В рамките на този раздел ще разгледаме основните две пространствени направления, характерни за дейността на ръката на пианиста, а именно – *вертикалните* и *хоризонталните* движения.

В контекста на трите пространствени измерения и шестте присъстващи в тях посоки, първият подраздел ще акцентира върху изключително важната за пианиста съпоставка между посоките във вертикал, определящи редица ключови аспекти на работата с тежестта на ръката, както и същността на взаимодействието между пръстите и клавишите на пианото, чиято амплитуда на движение се намира в това направление.

Следващата част ще постави акцент върху хоризонталните движения, които се развиват най-вече в основната посока на движение – по дължината на клавиатурата, но биха могли да притежават множество интересни аспекти и в третото измерение – по посока на дължината на самия клавиш. В края на настоящия раздел ще бъде разгледана съпоставката между *линейните* и *кръговите* траектории на движение като база за обобщение на сложните и многопосочни движения на ръката в пространството.

*Вертикална посока – противодействие и използване на гравитацията*

Технически погледнато, всеки клавиш на пианото представлява лост от първи род с една степен на свобода. В контекста на инженерната терминология, понятието „лост от първи род” се тълкува като такъв вид лост, при който опорната точка се намира по средата между въздействащата сила (пръста) и изместената тежест (чукчето). По-важна обаче се явява втората част на споменатата характеристика – лостовата система притежава една степен на свобода, което означава, че има възможност за движение само в едно от общо трите пространствени измерения. Клавишът не е в състояние да се придвижва нито в посока *ляво-дясно*, нито в посока *назад-напред*. Единствената възможна за него траектория на движение лежи изцяло в посоките *нагоре* и *надолу*. Изхождайки от този факт, веднага оценяваме изключителната важност на всички движения, които се осъществяват именно в тези две посоки – тоест, във *вертикалното* пространствено измерение. Бихме могли убедено да заявим, че по-голямата част от проблемите на клавирната техника изобщо, както и почти всички проблеми на този вид клавирна техника, която можем да определим като *пръстова*, лежат именно в това измерение.

Един от основните въпроси, отнасящи се до вертикалните движения на ръката, винаги е бил следният: дали *сила* или по-скоро *тежест* трябва да бъде това, което натиска клавиша. Отговорът в различни случаи би могъл да варира, но в най-общ план бихме могли да използваме като основа за разсъжденията си вече изведената в предходните части на изложението тройна система *вход* – *изход* – *управление*.

Както беше подчертано в секцията „Управление и сила” на раздел „Психология на движението”, тройната корелация *Вход-Изход-Управление* стои в основата на всяка разумна информационна система. В по-широк аспект, присъствието на тази тройка понятия би могло да бъде открито в множество направления. Така например, мускулът представлява система, чиято цел е да произведе движение. Можем да кажем, че движенията (като краен резултат) представляват *изход* на системата. На *входа* бихме могли да поставим биологичната енергия, задвижваща мускула. И тук забелязваме, че тя е два вида – *силова енергия* (идваща от хранителните вещества, пренасяни чрез кръвообращението) и *управляваща енергия* (идваща по пътя на нервните електрически импулси, предавани чрез нервната система). Управляващата енергия винаги е много по-малка от силовата, но се явява решаваща за постигането на самата цел, заради която работи системата.

В контекста на клавирния инструмент, бихме могли да разглеждаме извлечените звуци като *изход* на системата и съответно – натиснатите клавиши като *вход*. Разполагайки с две основни средства за придвижване на клавиша надолу – а именно, тежестта на ръката и мускулното усилие на пръста, веднага бихме могли да се досетим, че тежестта би трябвало да застане на *входа*, а мускулното усилие да поеме значително по-леката част – *управлението*.

Известно е, че влагането на прекомерна сила в натиска към клавиатурата се явява една от основните грешки на неопитните пианисти. Постиженията на младия пианист започват да стават значими едва тогава, когато той се научи да натиска клавишите с *тежестта* на ръката. Естествено, без мускулно усилие не би могло да бъде постигнато нищо, но то трябва най-вече да *направлява* свободната тежест. Когато музикантът разбере, че некултивираната и необработена сила трябва да идва най-вече от тежестта на ръката, а не от мускулния натиск, след което насочи мускулните си движения в посока управление, голяма част от проблемите на постановката се оказват успешно решени.

Тук веднага възниква следният въпрос – колко точно сила се изисква, за да бъде придвижен клавишът надолу, или по-скоро – колко точно сила се изисква, за да бъде извлечен търсеният звук (доколкото двете неща съвсем не са едно и също). Отговор на този въпрос ще бъде потърсен в изложената по-долу таблица, представяща в нагледен вид резултатите от примерно сравнително измерване, извършено от автора върху подбрана група инструменти, селектирани по определени критерии.

Представеното измерване има за цел да определи тежестта, необходима за привеждането в движение на клавишите на някои от най-разпространените видове пиана и рояли. В таблицата са представени стойности, характерни за кабинетен и концертен роял, последвани от същите данни за три пиана с различни характеристики, подбрани според нивото на качество, като заедно с тях в съпоставката е включен и висококачествен съвременен образец на дигитално пиано. Измерването е извършено при следните параметри:

1. Инструменти:
   1. Концертен роял August Förster (275 см)
   2. Кабинетен роял Blüthner (190 см)
   3. Дигитално пиано (високо качество) Kawai CA-18
   4. Акустично пиано (ниско качество) „Заря”
   5. Акустично пиано (средно качество) Petrof
   6. Акустично пиано (високо качество) August Förster
2. Измерени параметри в следните точки на измерване (бели клавиши):
   1. Първа измервана точка – външен край
   2. Втора измервана точка – 2,5 см от края
   3. Трета измервана точка – 5 см от края (до границата с черните клавиши)
   4. Четвърта измервана точка – 10 см от края
   5. Пета измервана точка – 12,5 см от края (близо до основата на клавиша)
3. Измерени параметри в следните точки на измерване (черни клавиши):
   1. Първа измервана точка – външен край
   2. Втора измервана точка – 5 см от края
   3. Трета измервана точка – 7,5 см от края (близо до основата на клавиша)
4. Измерени нива на тежест (в грамове) за отделните инструменти:
   1. За инструментите с двойно ниво на потъване (двойна репетиция):
      1. Кабинетен роял Blüthner (190 см) – две нива
      2. Акустично пиано (ниско качество) „Заря” – две нива
      3. Акустично пиано (средно качество) Petrof – две нива
      4. Акустично пиано (високо качество) August Förster – две нива
   2. За инструментите с подобрена механика и тройно ниво на потъване:
      1. Концертен роял August Förster (275 см) – три нива
      2. Дигитално пиано (високо качество) Kawai CA-18 – три нива
5. Обобщение – 112 бр. резултати, представени в следните категории:
   1. Два инструмента с три нива на тежест, измерени в осем точки на измерване (48 резултата)
   2. Четири инструмента с две нива на тежест, измерени в осем точки на измерване (64 резултата)
6. Метод на измерване: поставяне на тежести с цел последователно потъване на клавиша до всяко репетиционно ниво на механиката.

Минимална стъпка на точността на измерване: 5 гр.

Измерени клавиши за всички инструменти: до и до диез от първа октава.

*Измерване на тежестта, необходима за привеждане в движение на клавишите на различни видове пиана и рояли при отчитане на конструктивните особености и качеството на инструментите*



Въз основа на представената по-горе таблица, могат да бъдат изведени следните заключения:

* **Ниво на тежест спрямо точката на измерване**. Както се вижда от таблицата, необходимото усилие нараства пропорционално с приближаване към основата на клавиша. Прави впечатление фактът, че това нарастване е различно според различните типове инструменти. Относителното повишаване на тежестта на натиска е слабо или средно изразено при механиката на акустичните инструменти и силно изразено при механиката на дигиталния инструмент. Този факт може да бъде обяснен с факта, че клавишите (представляващи лостове от първи род) са стандартизирани като дължина във видимата си част (15 см за белите и 10 см за черните), но не са стандартизирани в невидимата си част, която е вътре в инструмента. Съответно, различната дължина на лоста (клавиша) води до наличието на различно разстояние от точката на измерване до опорната точка, изразяващо се в по-стръмно нарастване на тежестта при инструментите с по-малка дължина на клавишите. Прави впечатление значително по-плавното нарастване на тежестта в последното ниво на потъване при двата рояла, съпоставено със същия параметър при всички останали инструменти, което може да бъде обяснено с различните качества на тяхната хоризонтална механика.
* **Съотношение между силата на натиск, необходима за задвижване на черни и бели клавиши при един и същи инструмент**. Поради различната дължина на лостовете при двата вида клавиши, като база за сравнение са взети следните точки: първа точка (бял клавиш), съотнесена към първа точка (черен клавиш); трета точка (бял клавиш), съотнесена към втора точка (черен клавиш). Прави впечатление добрата изравненост на двете крайни точки и сравнително добрата изравненост на средните, като при втория показател разлика може да бъде открита най-вече при дигиталния инструмент в резултат на по-редуцираната скрита част на неговата механика.
* **Съотношение на обективните показатели към субективното усещане за тежест**. Сравнението между изведените обективни цифри и субективното усещане в ръката (определено от автора за всеки от цитираните инструменти) показва особено силно влияние на редица допълнителни фактори, които не се поддават на точно измерване и не биха могли да бъдат включени в рамките на горепосочената сравнителна таблица. Като такива могат да бъдат определени следните:
  + Отношение на тежестта на клавиатурата към силата на произведения звук.

Този показател обикновено се счита от повечето пианисти за най-силно влияещ върху субективното усещане за тежест на клавишите. Проведените тук опити до голяма степен хвърлят нова светлина върху това твърдение, извеждайки някои от посочените по-долу параметри на звука като много по-значими, отколкото би могла да бъде самата му сила. В подкрепа на това твърдение можем да посочим експериментите, проведени с помощта на дигиталния инструмент, където промяната на силата е възможна в много големи параметри както чрез потенциометъра за усилване, така и чрез използване на различни типове високоговорители и слушалки. Опитите показват, че усилването на звука, колкото и голямо да е то, не оказва съществено влияние върху субективното усещане за тежест на клавиатурата. Още едно потвърждение се явява извършеното сравнение между двата цитирани рояла – кабинетен и концертен, намиращи се в едно и също помещение, което елиминира евентуалното влияние на наличните в други случаи разлики в акустиката. Въпреки значително по-съвършената механика на концертния роял (с три степени на потъване) и независимо от по-малката обективно измерена тежест на първото ниво на потъване, произтичащо от това, значително по-малкият кабинетен роял определено създава много по-голямо субективно усещане за лекота.

* + Място (участък от вертикалния ход на клавиша), където реално бива произведен звукът.

Това е един от най-интересните субективни параметри, определящи усещането за тежест. Проведените опити показват, че той е по-значим от изведения в предходната точка. По-ранното зазвучаване на тона (при по-малко натиснат клавиш) се явява може би основният показател, определящ усещането за лесно извличане на звук, като това оказва много силно влияние върху рефлекторния натиск и възникващото от него стягане на ръката, получаващо се в резултат на субективното впечатление за тежка клавиатура.

* + Острота на атаката (зазвучаването) на произведения звук.

Усещането за лекота определено силно се увеличава при инструменти, притежаващи по-остра атака. Рязкото възникване на звука създава впечатление за лесно извличане на тона, което по рефлекторен начин успокоява напрежението в двигателния апарат на пианиста. Като пример може да бъде посочено присъстващото в таблицата пиано Petrof, създаващо усещането за един от най-тежките инструменти сред тези, включени в измерването, именно заради мекотата и глухотата на произвеждания от него звук.

* + Качество на механиката.

Това е може би един от най-интересните параметри, при това напълно неподдаващ се на измерване. Нискокачествените инструменти, поради немалкото слабости на механиката си (клатещи се клавиши, нееднакво потъващи клавиши, неравномерна граница между нивата на потъване и др.) рефлекторно напрягат ръката на пианиста и създават дискомфорт, който обикновено се окачествява като „тежест”, въпреки че в същността си няма връзка с изискваната от клавиатурата сила на натиск. Тук определено може да бъде отличен дигиталният инструмент, който, поради изключително прецизната си изработка, успява да спечели веднага „доверието” на ръката, предразполагайки я към релакс и гъвкавост на движенията. От другите измерени инструменти, изключително приятно усещане за изравненост беше отбелязано при кабинетния роял Blüthner. Това най-вероятно се дължи на пословичната за тази марка здравина на механиката, позволяваща й да издържи предизвикателствата на времето без загуба на своето качество.

В контекста на отношенията между ръката и клавиатурата, изведените по-горе параметри на редица клавиатури биха били полезни само при сравнението им с **параметрите на ръката**. Ако си позволим кратка аналогия с терминологията, характерна за икономиката, най-важно в такъв тип съпоставки би било точното извеждане на отношението между „търсенето” и „предлагането” на двете страни, участващи в процеса. Ако по-горе описахме в детайли какво предлага клавиатурата, време е да се насочим към втория аспект на сравнението – какво търси ръката. Отговор на този въпрос ще бъде изложен в следващите две таблици.

Първата таблица показва възможностите на пръстите, взети самостоятелно и разглеждани извън контекста на възможностите на ръката. Измерването е осъществено при следните параметри:

1. Измервани показатели:
   1. Собствено тегло на всеки от пръстите на дясна ръка.
   2. Сила на натиск за всеки от пръстите на дясна ръка.
2. Измервателен уред:
   1. Електронна везна, поставена върху равна повърхност.
3. Начин на измерване:
   1. Осигуряване на стабилна подпора за китката встрани от везната, за да се избегне влиянието на тежестта на ръката.
   2. Поставяне на всеки пръст поотделно върху везната, последвано от измерване на показанието в отпуснато състояние (тегло на пръста) и в напрегнато състояние (сила на натиск на пръста).
4. Точност на измерване:
   1. Измерване теглото на пръстите: минимална стъпка на точност – 5 гр.
   2. Измерване силата на пръстите: минимална стъпка на точност – 50 гр.

*Измерване на тежестта и силата на натиск на пръстите на дясна ръка, взети самостоятелно, след изолиране на тежестта и силата на ръката:*



В така изложената таблица веднага прави впечатление изключителната сила на натиск, на която са способни пръстите всъщност. В контекста на основния въпрос – *тежест* или сила *следва* най-вече да бъде това, което натиска клавишите, показаната в горната таблица *сила* на натиск веднага следва да бъде съпоставена с *тежестта* на ръката, която би могла да застане зад всеки пръст. Съответно, тя е изложена в следващата таблица, съставена при следните параметри на измерване:

1. Измервани показатели:
   1. Тегло на предмишницата на ръката при опора върху китката.
   2. Тегло на предмишницата на ръката при опора върху всеки от пръстите.
2. Измервателен уред:
   1. Електронна везна, поставена върху равна повърхност.
3. Начин на измерване:
   1. Изравняване на лакътя с нивото на везната, за да се елиминира тежестта на мишницата.
   2. Поставяне на китката върху везната, за да се отчете теглото на предмишницата.
   3. Поставяне на всеки пръст поотделно върху везната, за да се отчете тази част от теглото на предмишницата, която може да премине към везната през пръста.
4. Точност на измерване:
   1. Минимална стъпка на точност – 50 гр.

*Измерване на тежестта на предмишницата на дясна ръка върху китката и върху всеки от пръстите:*



Визуална съпоставка на двете измервания е изложена в предложената по-долу сравнителна таблица.

*Сравнителна съпоставка между тежестта, която всеки от пръстите е способен да пренесе, сравнена със силата на самия пръст:*



Веднага правят впечатление следните особености на така измерените параметри:

* Пръстите проявяват склонност да **редуцират** тежестта на предмишницата, облягаща се върху тях. Както се вижда, общата тежест на тази част от ръката, намираща се под лакътя (в примера – 2,6 кг) се оказва значително намалена, когато преминава през всеки един пръст поотделно. Това се дължи на факта, че недостатъчно здравата конструкция на всеки от пръстите, взет сам по себе си, не е в състояние да понесе тежестта (което по време на измерването беше ясно доловено като болка в пръста, пренасяща се и към сухожилията на китката). В резултат, мускулите на ръката отнемат част от тежестта, като това се случва независимо от волята на човека и не е възможно да бъде предотвратено дори чрез съзнателно усилие.
* Мускулната сила, с която всеки от пръстите е способен да натисне клавиша, се оказва значително по-голяма от тежестта на ръката, която пръстът е способен да пренесе към клавиатурата. Размерът на разликата се движи около 30-40% за различните пръсти, като при най-силния първи пръст достига почти 70%.
* Ако се сумират възможните стойности на максимално възможната тежест, която първи, трети и пети пръст (типична конфигурация за изпълнение на тризвучие) са в състояние заедно да пренесат към клавиатурата, получаваме стойност в размер на 3,750 кг. Същата сума за първи, втори, трети и пети пръст (типична конфигурация за изпълнение на четиризвучие) е в размер на 5,050 кг.
* Въз основа на всичко, изложено дотук бихме могли да застанем зад твърдението, че последната цифра (в приблизително закръглен вид – около 5 кг) се доближава до максимално възможната тежест, която ръката на изпълнителя е в състояние да пренесе към клавиатурата. Видно е, че тя надхвърля теглото на предмишницата около два пъти, което означава, че в нея може да бъде включена допълнителна свободна тежест, идваща от горната част на ръката или корпуса. Веднага следва да уточним, че ограничението на тази максимална тежест е валидно само в контекста на усилие, упражнявано през продължителен период от време. Ако говорим за кратко импулсно натоварване, тази цифра спокойно би могла да бъде увеличена неколкократно, доколкото опитният пианист би могъл да вкара тежестта на почти цялото тяло в един акорд за част от секундата, достатъчна за да придаде на чукчетата необходимото ускорение.

От изложените по-горе обективни параметри и по-специално – от тяхната съпоставка с дългогодишния опит на автора, биха могли да бъдат изведени редица изводи като обобщения с практическа и методическа насоченост, хвърлящи светлина върху сложния и недокрай изучен процес на клавирната интерпретация като психофизиологически двигателен процес.

На първо място, очевидно е, че **всички посочени стойности на възможностите за тежест/натиск, достъпни за човешката ръка, значително надхвърлят потребностите от натиск, които предявява клавиатурата**. Най-високата измерена стойност на съпротивление от клавиш е в размер на 530 гр., при това – в основата на бял клавиш (където почти никога не се свири), на най-ниското ниво на потъване (до което може не винаги да се достигне) и при инструмент, притежаващ значително по-тежка клавиатура от всички останали. Средната стойност на предпоследното ниво на потъване на клавишите за всички измерени инструменти (усреднено от сбора на първо ниво при двустепенните и второ ниво при тристепенните) възлиза на 96 гр. Ако това бъде съпоставено с възможностите на дори най-слабия пръст (1000 гр. тежест, която е способен да пренесе към клавиатурата 5-ти пръст), забелязваме разлика, възлизаща на около десет пъти. Това означава, че **тежестта на клавиатурата не може да бъде проблем за ръката**. Бихме могли да изведем заключението, че в случаите, в които ръката изпитва трудности, тя се бори не толкова с клавиатурата, колкото със собствените си несъвършенства и най-вече – с несъвършения начин, по който я управлява пианистът.

Ако погледнем сравнително близките стойности на тежестта, която всеки пръст е способен да пренесе към клавиатурата, съпоставени с данните за собствената му сила, веднага можем да локализираме една от потенциалните причини за това. Бихме могли да се досетим, че тези две сили в някои случаи могат да си помагат, а в други – да си пречат. Ако тежестта на ръката е насочена в посока надолу, то силата на пръста, подпрян върху клавиша и натискащ го с мускулно усилие, изтласква същата тази ръка, тежаща върху него, в посока нагоре. Сумирането на тези две сили би могло да бъде изключително позитивно, когато се прави с умение – тоест, когато пръстът *управлява* тежестта. В същото време, би могло да предизвиква само проблеми тогава, когато пръстът *пречи* на тежестта.

Всъщност, основният извод от краткия експеримент върху електронната везна може да бъде формулиран по следния начин: пръстът **задължително** трябва да управлява тежестта на ръката. Напрежението и острата болка в сухожилията на китката при направения опит за отпускане на свободна тежест върху единичен пръст недвусмислено намекват, че голяма част от заучените истини за ползата от „свободната ръка” може би не са съвсем правилно заучени. Силата на неконтролираната тежест в някои случаи може да бъде точно толкова полезна, колкото силата на пътуващ по магистралата автомобил, зад чийто волан е забравил да седне шофьор. Овладяването на сложния синтез между пропускането на тежест към клавишите и противодействието й (тоест, за пореден път – границата между две противоположности) е факторът, който в действителност носи успех.

Когато говорим за въздействието, упражнявано от човешката ръка върху клавиатурата, трябва да разграничим две негови много важни свойства, които далеч не са едно и също, а именно – *тежест* и *ускорение*. Ако всички изведени данни дотук визираха първото, тук е моментът да отбележим особената важност на второто. Бихме могли да го охарактеризираме и с понятието *импулс*, което е динамично, за разлика от статичното разглеждано дотук понятие *натиск*.

Научното определение за *импулс* гласи, че той е физична величина, представляваща произведение от масата на едно тяло и неговата скорост. Ако дотук разгледахме детайлно въпросите, свързани с *масата* (тежестта на съпротивление на клавиша, съпоставена срещу тежестта и силата на преодоляващата я ръка), от изключителна важност е да споменем, че без вторият елемент – *скоростта*, първият (масата) няма никаква практическа стойност.

Всеки би могъл да направи лесен за изпълнение опит, отпускайки бавно някаква (дори и голяма) тежест върху клавиатурата на пианото. Ясно е, че ако това се прави наистина бавно (тоест – без нужната *скорост*), инструментът няма да издаде никакъв звук, дори ако тежестта е равна не само на масата на ръката, но на умножената по две маса на целия пианист. Този прост експеримент напълно убедително доказва, че решавайки проблема с тежестта и натиска, изпълнителят е решил задачата си само наполовина. Всъщност, инерционната механика на инструмента дава неподозирани възможности – но само на този, който е овладял *динамиката* на процеса. В немалко случаи можем да забележим пианисти със завидни умения (включително деца или младежи с твърде скромни физически възможности), които са в състояние, въпреки малката си маса, да извлекат забележителен звук. Обяснението на това явление се корени във факта, че те са се научили да придават необходимото *ускорение* на наличната маса, като с това предизвикват импулсни натоварвания, чиято мощ е способна дори да къса струни. Това умение, поради своя динамичен характер, не се поддава нито на измерване, нито на описание. То е част от личния опит на пианистите-майстори, като откриването на ключовете към него остава самостоятелна задача за всеки практикуващ. В рамките на теоретично изследване такава практическа задача няма как да бъде решена, но е много важно да бъде дефинирана, което поставя началото на пътя към нейното разрешаване.

Всъщност, именно с неразбирането на този недефиниран проблем е свързана една от основните грешки на неопитните пианисти. Тя произтича от естествената реакция, характерна за човека и за неговия ежедневен житейски опит, който гласи, че там, където трябва да се премести тежест, следва да бъде вложена сила. Ако това е валидно за рутинни действия като преместване на мебел или вдигане на тежък предмет от земята, то в контекста на инерционния механизъм на клавирния инструмент е не просто безполезно, но дори вредно. Получава се следният порочен кръг:

* Пианистът не е доволен от силата, богатството и обема на извлечения от инструмента звук.
* В резултат на това и водейки се от естественото предположение, че където трябва да се повдигне тежест е редно да се вложи сила, той натиска. Натискът идва най-вече от мускулатурата на мишницата – групата на триглавия мускул, който с голяма сила разгъва ръката в посока надолу, притискайки дланта към клавиатурата.
* Това би било съвсем естествено, ако задачата е да се повдигне тежест, но клавиатурата на пианото не е тежест. Както беше дефинирано чрез направените измервания, за натискането на клавишите е необходимо изключително малко усилие – около 100 грама. В същото време триглавият мускул (трицепс), упражнявайки сила надолу, е в състояние да произведе натиск от порядъка на 10 – 15 кг, който естествено не води до нищо.
* Заблудата е причинена от непознаването на инерционния характер на механиката на инструмента, който изисква скорост, а не сила на натиска. Упражненото в посока надолу излишно налягане води до стягане на други мускули (антагонисти), които трябва да предпазят от него слабите пръсти и китката. Също така, това постоянно действащо мускулно напрежение отнема значителна част от ресурса на нервната система, която се оказва неспособна да предаде далеч по-полезни импулси. Получава се нов блокаж и звукът става все по-некачествен.
* В резултат на последното, пианистът натиска повече.

Трудно е да се повярва, че студенти дори в горните курсове (разбира се, не пианисти) понякога се оказват въвлечени в този порочен кръг дотолкова, че не вярват на преподавателя, който ги подтиква да излязат от него. Такива случаи много често се срещат именно в часовете по четене на партитури, доколкото голяма част от обучаващите се в това изкуство обикновено не са пианисти. Основна задача на педагога е да разпознае проблема, след което да направи всичко възможно, за да помогне на младия музикант да го осъзнае.

Логично възниква въпросът как точно би следвало да се работи с наличната в ръката маса и сила. Тук можем да се върнем към заглавието на настоящия раздел, в което неслучайно присъства изразът „противодействие и използване на гравитацията”. Всъщност, всеки процес на придвижване (например ходенето) представлява именно противодействие и използване на гравитацията. Както и всеки друг жизнен процес изобщо, ходенето се подчинява на обединение на дуалности – *отпускане* и *повдигане* на крака, който *повдига* и *спуска* тялото при всяка крачка. Лесно е да забележим, че когато кракът упражнява натиск към земята в посока *надолу*, тялото се повдига *нагоре*. Подобна корелация може да бъде потърсена между пръста и дланта в човешката ръка. Дланта тежи надолу (както и човешкото тяло), а пръстът (както кракът при ходене), натискайки също надолу, отхвърля тежестта в обратна посока, за да осъществи придвижване.

В тази връзка бихме могли да отбележим любопитния факт, че процесът може да бъде обърнат. В редица майсторки практики, свързани с вътрешните стилове на източните бойни изкуства, съществува точно обратният стил на придвижване, при който се постигат завидна лекота и скорост на стъпката, недостижими по обичайния начин[[2]](#footnote-2). Ако при стандартното ходене тялото между всеки две крачки се изтласква *нагоре*, то при обърнатия стил на майсторската бойна стъпка, между крачките тялото потъва *надолу*. Това превръща гравитацията в мощен съюзник, позволявайки на тялото да изминава сложен път без усилие. Такъв стил на работа е напълно възможен и в аналогичния сложен път, който ръката изминава непрестанно върху клавиатурата. Подобен подход е особено приложим при бързи и скоростни виртуозни пасажи, изпълнявани с т. нар. пръстова техника, при които ръката просто няма време да се повдига нагоре. Този стил на придвижване позволява (точно както и в бойната стъпка) няколко крачки да бъдат стартирани само с един импулс, което твърде много се доближава до понятието „дирижиране на едно време”, използвано от Григорий Коган в контекста на бързите виртуозни пасажи[[3]](#footnote-3).

Всъщност, за да бъде успешно решена задачата, е абсолютно необходимо да се излезе от разгледаната дотук област на анатомичните елементи *пръст-длан-предмишница* и да се премине към тяхното обкръжение, включващо мишницата, рамото, торса и дори цялото тяло на изпълнителя. Това е наложително, доколкото няколко от основните стави, участващи в тази разширена система (например рамото, китката, горната фаланга на палеца и др.) представляват системи с повече от една степен на свобода, което означава, че имат способността да извършват разнообразни движения в сложни траектории, съчетаващи трите пространствени измерения. Този въпрос ще бъде предмет на анализ в предстоящия раздел „Ръка и тяло”, където ще бъде разгледан в контекста на същността на човешката ръка като краен елемент на цялостен двигателен комплекс.

*Хоризонтална посока – линейни и кръгови траектории.*   
*Обединяване на противоположностите в пространствените движения*

Вертикалните и хоризонталните движения са свързани по особен начин. На пръв поглед, разпределението на силите в двете посоки изглежда нелесна задача за съгласуване на усилието в две конфликтни направления. За да си представим това нагледно, е достатъчно да направим бегла аналогия с други процеси, които изискват дълбочина във вертикалното измерение, съчетана с придвижване по хоризонтал. Така например, една земеделска машина, която обработва земята, осъществява определена дълбочина на въздействие (съответстваща на степента на вертикалното проникване на плуга в почвата), след което трябва да измине немалък път в хоризонтална посока. Естествено е, че колкото по-дълбоко е навлизането във вертикала, толкова по-трудно ще бъде придвижването по хоризонтала. Така, разглеждайки двете сили в условията на перпендикулярна координатна система, стигаме до логичния извод, че в своята същност те би трябвало да си пречат.

Макар вярно само по себе си, подобно разсъждение е валидно само при отчитане на две важни условия. Първо, движенията следва да бъдат силови – тоест, задачата да е свързана с преодоляване на съпротивление. Второ, движенията следва да бъдат с несложна и лесно проследима линейна траектория, поддаваща се на точно и ясно определяне в линейна координатна система.

Изхождайки от посочените обстоятелства, бихме могли да изведем две сравнително прости правила, чието спазване може да предотврати потенциалното противоречие между вертикалните и хоризонтални движения на пианиста, привеждайки двете пространствени направления в хармония и съгласие. Тези правила биха могли да изглеждат по следния начин:

* Движенията не трябва да са силови;
* Движенията не трябва да са линейни.

Относно първата точка, веднага бихме могли да направим паралел с казаното в предходната част. Това, което може да направи движенията силови, е погрешният и напълно безполезен стремеж на пианиста да осъществява *натиск* върху клавиатурата. Както вече беше изведено, полезните сили, действащи във вертикална посока, са *тежестта* на ръката и *движенията* на пръстите. Третата възможна сила – *натискът* на ръката надолу, произхождащ най-вече от мускулите на мишницата и предмишницата, в никакъв случай не би могла да бъде определена като полезна. Премахването на това напрежение, което не води до нищо, е първото необходимо условие за подобряване на движенията не само във вертикал, но и в хоризонтал. Съгласно простия пример, даден по-горе с обработващата земята машина, опитът на пианиста да „оре” клавиатурата чрез излишен натиск надолу би могъл единствено да попречи на движенията му във всички посоки, като едва ли е в състояние да доведе до узряване и израстване на какъвто и да било резултат от труда му.

Ако погледнем към същността на хоризонталните движения, характерни за ръката на пианиста, ще забележим, че в никакъв случай не бихме могли да ги съпоставим с каквато и да е дейност, изискваща сила. Много по-точна би била аналогията с друг вид сложни и високо координирани двигателни комплекси, предполагащи наличието на свобода и релакс. В света на спорта можем да открием динамика с подобен характер в сферата на водните спортни дисциплини. Всеки, който е управлявал уиндсърф върху морска повърхност, би могъл лесно да се досети за обосноваността на такова сравнение. Сърфистът осъществява движенията си върху леко нестабилна основа (трептенията на водата), която по своя характер е доста подобна на подвижната опора, която предлагат непрестанно потъващите и изправящи се клавиши под ръката на пианиста. В същото време, за да осъществи търсеното движение по хоризонтал, водачът на сърфа трябва да приложи умения, които нямат нищо общо с грубата сила. Известно е, че силата на първо място изисква опора. При уиндсърфа такава опора напълно отсъства поради особената конструкция на платното, закрепено така, че да може да пада свободно на всички страни. Водачът не само не може да получи опора от него, но дори би трябвало да му даде опора, за да го задържи изправено. Това предполага стил на действие, изпълнен с подвижност и гъвкавост. Стабилна опорна точка не може да бъде намерена никъде – нито във вертикал (поради нестабилната водна повърхност), нито в хоризонтал (поради липсващата опора за ръцете), което напълно изключва прилагането на какъвто и да е вид елементарно и просто усилие. Управлението на този сложен уред изисква комплексно взаимодействие между тежестта на тялото и управляващата я мускулатура точно така, както работата върху клавиатурата изисква наличие на органично единство между тежестта на ръката и насочващите я пръсти.

Изведеното в началото първо правило, съгласно което движенията на ръката в хоризонталната плоскост не трябва да бъдат *силови*, веднага може да бъде обвързано с второто, съгласно което те не трябва да бъдат *линейни*. Както беше споменато по-горе, силата изисква опора. Ако обърнем поглед към инженерните науки и по-специално към строителството, където наличието на стабилна опора е от първостепенно значение за стабилността на постройката, ще забележим, че такава опора най-често бива намирана в правоъгълните конструкции. Носещите колони, за да придадат необходимата устойчивост на сградата, трябва да сключват прав ъгъл с повърхността на земята. Оттам нататък, хоризонталните плочи сключват прав ъгъл с носещите колони. Така изведената логическа нишка сочи към следното – *силата* изисква *опора*, а опората изисква *прави линии*, формиращи помежду си съответните правоъгълни конструкции. Там, където има *сила*, има *линейност*. Съответно – там, където не трябва да има сила, не трябва да има линейност.

В редица клавирни школи, особено във водещи такива (като руската, френската и др.) е валидно едно лаконично, но ясно правило, което може да бъде представено по следния начин: при свирене на пиано правата линия не е най-късият път. Това на пръв поглед странно твърдение всъщност е напълно вярно, имайки предвид, че прокарването на права линия между два натиснати клавиша не е възможно. Ръката при всички случаи трябва първо да се повдигне, преди да се премести. И тук възникват два възможни варианта: преместване по дъга (*кръгово движение*) или преместване по начупена линия (*линейно движение*).

Както е известно, в природата почти няма прави ъгли. За сметка на това, в човешкия свят те изобилстват, запълнили всички пространства (както открити, така и закрити) в съвременния градски пейзаж. Обяснението на този факт може да бъде потърсено във вече изложената по-горе теза – правият ъгъл е необходим там, където трябва да бъде приложена сила. Растежът изисква сила – за да израсне една стабилно стояща сграда, тя трябва да има силата да се противопостави на земната гравитация. Това обяснява и наличието на (може би) единствения прав ъгъл, който съществува в природата – ъгълът между дървото и земята. Дървото, което расте, трябва да се противопостави на земната гравитация по начин, твърде сходен с характерния за сътворените от човека конструкции. Тук достигаме до логичния извод – прав ъгъл е необходим там, където е нужно *противопоставяне*, осъществявано чрез *твърдост* и *сила*.

В контекста на двата съществуващи варианта за хоризонтално придвижване на ръката на пианиста, а именно – по *дъга* или по *начупена линия*, би трябвало да си отговорим следва ли да приписваме на тези движения изведеното по-горе качество на „противопоставяне, осъществявано чрез твърдост и сила”. Ако отговорът е положителен, би трябвало да изберем варианта с движение по начупени линии. Ако отговорът е отрицателен, еднозначно приложим би трябвало да остане вариантът с придвижването по дъга.

За да си отговорим на този въпрос, бихме могли да го формулираме по следния начин – търсим ли естественост на движенията. Както вече споменахме по-горе, в *естествения* природен свят линиите почти никога не са правоъгълни, докато в *изкуствения* човешки свят те поти винаги са правоъгълни. Тук може да бъде забелязана и още една интересна аналогия – *естествената* звукова вълна има форма на заоблена синусоида, докато един аналогичен *изкуствен* импулс, създаден от човека (какъвто е например импулсът, формиращ тактовата честота на компютърния процесор), изрисуван чрез графика, има начупена правоъгълна форма. Видно е, че почти всичко, което търси *естественост*, по дефиниция търси заобленост.

В контекста на заглавието на настоящия раздел, съдържащо израза „линейни и кръгови траектории”, този въпрос се поставя неслучайно. Заоблената дъга е част от *кръгова траектория*, докато начупената форма е съставена от обединени по различен начин *линейни траектории*. За да изберем между двете, отново трябва да си поставим въпроса – търсим ли в движенията на пианиста естественост, или напротив – сила, упорство и твърдост.

Всичко, казано в предходния раздел за движенията във вертикална посока, води в следната ясна и еднозначна посока – в никакъв случай не трябва да търсим сила. Както беше изведено чрез приложените измервания, теглото на един отпуснат пръст (средно около 50 грама), дори без никаква тежест на ръката, стояща зад него, е почти достатъчно, за да натисне клавиша. А пренасянето към клавиатурата на дори малко тежест от намиращата се отгоре ръка, както и извършването на дори малко движение с пръста, е в състояние многократно да надвиши съпротивлението, което оказват клавишите. При това положение влагането на сила прилича на някаква нелогична и странна „борба с нищото”, при която пианистът всъщност най-вече се бори със себе си.

След като търсим естественост, изводът от всичко, казано дотук, еднозначно дава превес на *кръговите траектории* на движение. Именно в такива траектории би трябвало да може да бъде вписано почти всичко, което ръката на пианиста прави в хоризонталната равнина.

Способността на кръга да обединява противоположности всъщност е отдавна изведена в множество области на научното и философско познание. Ако се върнем отново към древната източна философия, ще забележим това в символичния знак на Монадата – две черно-бели капки, вплетени една в друга. Те са вписани именно в кръг. Извитата и заоблена линия, преминаваща между тях, по забележителен начин допълва свойствата на кръга, явявайки се точно тази траектория, по която движещият се по кръга би могъл да обърне посоката на движение без да спира. Тази безспирност на всички движения, подсилена от липсата на препятствия, скрити в острите ъгли, символизира по един съвършен начин идеята за хармония и естественост. Ако продължим насоката на тези разсъждения, бихме достигнали до редица интересни изводи, поставящи кръговите траектории в ролята на обединител между различните пространствени измерения. Така например всеки човек, поглеждал внимателно в географската карта, навярно е забелязал начина, по който е прието да се изобразява релефа на местността – чрез концентрични кръгове, сгъстяващи се около планинските върхове. Всъщност, единственият начин да бъде нарисувано третото измерение в двуизмерния хартиен свят на географските карти се оказва именно кръгът. Би могло да се допусне, че описаният характер на кръга като обединител на измеренията има връзка с понятието „невидими пространствени вектори”, описващо трудно предвидимите кръгови траектории на движение в практиката на множество майстори на вътрешните стилове в източните бойни изкуства[[4]](#footnote-4).

В контекста на казаното дотук бихме могли уверено да застанем зад тезата, че кръгът дава ключ към истински съвършените траектории на движение. Дори формата на Земята подсказва това, доколкото кълбото (представляващо триизмерен вариант на кръга) е единствената геометрична форма, която позволява на планетата да живее в мир със собствената си огромна гравитационна сила. Именно това трябва да има предвид пианистът, желаещ да живее в мир с всички разнородни и понякога противоречащи една на друга пространствени сили, чието обединение се явява най-прекия път към високите постижения в клавирната техника.

###### Движенията на ръката във времето

Бихме могли да кажем, че времето се явява един от най-неизследваните аспекти на заобикалящия ни свят. Както е известно, часовникът е единственият измервателен уред в човешкото ежедневие, който не е свързан с явлението, което измерва. Нашата неосведоменост по отношение на това, което не сме в състояние да измерим, понякога бива подсказана от особени на пръв поглед, но статистически доказуеми изводи, като например този за странния ход на часовника при гении като Бах или Моцарт и тяхното огромно като обем творчество, чието създаване трудно би могло да се впише в рамките на наличното за това време.

Макар да не сме в състояние да разберем докрай времето и неговата неуловима природа, бихме могли да проследим характера на свързани с него понятия като дихание, ритъм и пулсация. Общото за всички тях се явява наличието на редуващи се фази, които се сменят последователно в неделим кръговрат. Именно това може да послужи като отправна точка при разглеждането на особеностите, характерни за движенията на ръката във времето, които нямат характера на придвижване, доколкото нито ръката, нито пианистът променят своето място в резултат на изминатия от пръстите път. Фактът, че ръката на пианиста винаги се връща оттам, където отива, придава на движенията й характер именно на пулсация. Проследяването на нейните закономерности често се явява път към разрешаването на голяма част от проблемите, свързани с клавирната техника.

*Фази на освобождаване и напрежение. Обединяване на противоположностите във времевите фази на движението*

Всъщност, предходния раздел за движенията на ръката в пространството е силно свързан с настоящия, посветен на движенията й във времето. Разгледаните в детайли фази на пространствените движения, редуващи се в противоположни направления като *ниско-високо, ляво-дясно* и др., всъщност представляват именно редувания на противоположности във времето. Взаимната свързаност на тези две измерения се обуславя от обстоятелството, че без наличието на фактора *време*, всички явления в пространството биха съществували *едновременно*. Така основната дуалност *динамика-статика* би била сведена само до едната си страна, лишавайки света около нас от варианти за избор и за изминаване на различни пътища, доколкото без понятията *минало* и *бъдеще* всички пътища биха се оказали еднакво възможни и еднакво изминати, още преди да сме тръгнали. Именно това определя и пътищата на ръката по клавиатурата, за които е важно не само накъде водят, но и кога точно започват и свършват осъществяваните движения.

Важно е да се разбере, че в контекста на фазите, редуващи се една с друга в неделим кръговрат, никоя от тях не би могла да бъде определена нито като добра, нито като лоша. Ако вземем например двойката *релакс*-*напрежение*, която се явява основно определяща за движенията на ръката във времето, ще забележим как по някакъв странен начин много от пианистите започват да проявяват предпочитания към едното от тях. В детската педагогика, особено при преподаватели от старата школа, често съществува пиетет към напрежението. Немалка част от съвременните пианисти като малки са били обект на преподавателската концепция „ниски китки – високи пръсти”, която (естествено) са отхвърляли с всички сили на детската си съпротива, доколкото именно тя е проправила пътя на значителен брой практикуващи към ортопедичните отделения. В противовес на това, в днешно време забелязваме ясно изразена проява на свръх-уважение към свободата на движение, което понякога стига до неподдаващи се на обосноваване тези. Както беше споменато в раздела за вертикални движения, пълната свобода на ръката в момента, в който пръстът пренася тежест надолу, е в състояние да предизвика болка в китката, даже по-силна от тази при напрегнатото усилие. За да разберем докрай разликата между тези проявления на „добра” и „лоша” освободеност, бихме могли да си изясним немаловажната разлика между понятията *отпуснатост* и *релакс*, която в по-широк план може да бъде разглеждана като еквивалентна на разликата между празнотата (в смисъла на нейното ежедневно разбиране като липса на съдържание) и *празнотата*, играеща роля на пораждащ фактор за всичко съществуващо съгласно източните философски концепции. От практиката на високоорганизираните и усъвършенствани през вековете двигателни комплекси на източните бойни изкуства би могло да бъде изведено заключението, че *отпуснатост* е просто липса на движение, докато *релакс* е високоорганизирана поредица от хармонични и непротиворечащи си едно с друго потенциални движения, която е заложена в двигателната култура на практикуващия и би могла да бъде стартирана в различни варианти и във всеки момент[[5]](#footnote-5).

В контекста на изведената в предходните части тройна система *вход-изход-управление*, тази разлика би могла да бъде визирана в още по-ясен ракурс. Можем отново да си припомним разгледаната същност на човешката мускулатура като система, чиято цел е да произведе движение. Бихме могли да кажем, че движенията (като краен резултат) представляват *изход* на системата. На *входа* бихме могли да поставим биологичната енергия, задвижваща мускула. И тук забелязваме, че тя е два вида – *силова енергия* (идваща от хранителните вещества, пренасяни чрез кръвообращението) и *управляваща енергия* (идваща по пътя на нервните електрически импулси, предавани чрез нервната система).

В контекста на тази тройна корелация, разликата между *отпуснатост* и *релакс* би могла да придобие следната дефиниция – *отпуснатост* е липса на какъвто и да е енергиен процес (както на силовия, така и на управляващия вход на системата). В същото време, състоянието на *релакс* предполага наличието на активен високоорганизиран сигнал на *управляващия* вход, който стои в очакване и в пълна готовност да приведе в движение все още неактивираната силова енергия. Както при състоянието на *отпуснатост*, така и при състоянието на *релакс*, на изхода няма нищо, но при второто от тях в следващия момент на изхода би могло да има всичко.

Може да се каже, че фазите на *релакс* и *напрежение* пораждат състоянията на *покой* и *движение*. Това са именно тези две състояния, които се редуват в ръката на пианиста и които са еднакво необходими, за да има процес. Както беше споменато по-горе, определянето на едното от тях като по-добро от другото би било напълно погрешно, доколкото всяко от тях съществува като нещо разграничимо само тогава, когато се постави в сравнение с другото. Това би могло да се илюстрира с помощта на множество явления от заобикалящия ни свят, като в следващите редове ще бъде изложена една подходяща примерна аналогия из областта на техниките за звукозапис и възпроизвеждане.

Както е известно, високоговорителят представлява трептяща мембрана, която осъществява малки, но изключително бързи движения в пространствените посоки *назад* и *напред*. При движението *напред* мембраната изтласква въздух, който се пренася като вълна през помещението и достига до ухото на слушателя. При движението *назад*, мембраната създава вълна в обратната посока. Ако си позволим да определим посоката *напред* като носител на „доброто” и, съответно, се спрем там, звук няма да има. Ако, разбрали своята грешка, се отречем от досегашния си култ и решим, че посоката *назад* е „добрата”, звук пак няма да има. Единственото смислено решение, както винаги, се явява приемането на двете дуалности. В същото време, осъществяването на това единствено смислено решение е възможно само във *времето*, доколкото тяхното съществуване в един и същи момент не е възможно.

В контекста на клавирната техника редуването на двете дуалности би могло да приеме различни форми. В по-лесния си вариант това може да изглежда като редуване на отпускане и стягане във времето, или редуване на противоположни пространствени движения във времето. В по-усложнения си вариант обаче, редуването на тези дуалности може да стане изключително интересно, като дори е в състояние да създаде впечатление за тяхното едновременно съществуване. Този факт се дължи на обстоятелството, че ръката би могла да бъде условно разделена на различни дялове и всеки от тях би могъл да изпълнява различни и противоположни движения в един и същи момент. Една такава условна разграничителна линия може да бъде прокарана между втори и трети пръст, като нейното мислено продължение по дланта, китката и предмишницата води до обособяването на своеобразна надлъжна ос на въртене. Съответно, когато едната от тези надлъжни части, въртейки се около мислената надлъжна ос слиза надолу, другата ще се вдига нагоре. Това създава впечатлението за обединяване на двете противоположни посоки в един и същи момент. Осъзнаването на тази възможност води до откриването на редица интересни технически похвати, които предлагат многообразни и в много случаи ключови решения за интерпретация на сложна оркестрова фактура. В по-широк план, обединяването на съществуващите във всеки процес две противоположности би могло да бъде определено като основна задача на всеки музикант не само в работата над черно-белите клавиши, но така също и в организацията на ежедневния работен процес като поредица от стъпки, оформящи цялостния професионален и творчески път на интерпретатора.

1. д-р Тимен Тимев – цитат от лекция, състояла се в гр. София през м. октомври 2016 г. [↑](#footnote-ref-1)
2. Проф. Йовчо Крушев – лекционен курс по У-Шу, НМА „Проф. Панчо Владигеров”, 2008-2017 г. [↑](#footnote-ref-2)
3. Григорий Коган – „Работа Пианиста”. М., 2004 г., стр. 112 [↑](#footnote-ref-3)
4. Проф. Йовчо Крушев – лекционен курс по У-Шу, НМА „Проф. Панчо Владигеров”, 2008-2017 г. [↑](#footnote-ref-4)
5. Проф. Йовчо Крушев – лекционен курс по У-Шу, НМА „Проф. Панчо Владигеров”, 2008-2017 г. [↑](#footnote-ref-5)