



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110988324 B

(45) 授权公告日 2021.08.24

(21) 申请号 201911202257.4

(51) Int.Cl.

(22) 申请日 2019.11.29

G01N 33/53 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

审查员 周洋

申请公布号 CN 110988324 A

(43) 申请公布日 2020.04.10

(73) 专利权人 广州市雷德医学检验实验室有限公司

地址 510730 广东省广州市高新技术产业  
开发区揽月路80号科技创新基地D区  
706

(72) 发明人 喻韶华 罗新根 杨翔 楼建荣

(74) 专利代理机构 北京品源专利代理有限公司  
11332

代理人 孟金喆

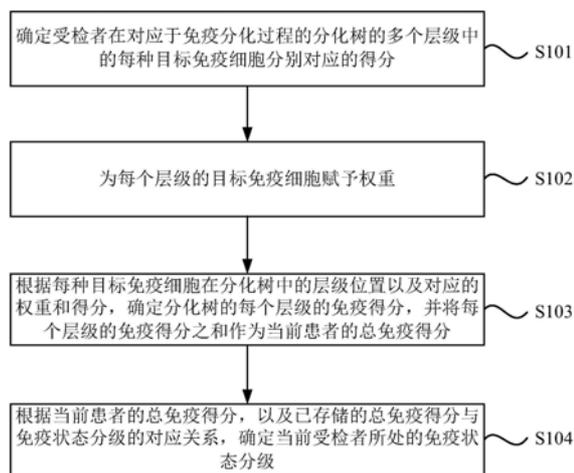
权利要求书3页 说明书10页 附图5页

(54) 发明名称

免疫状态确定系统、方法、装置及存储介质

(57) 摘要

本发明实施例公开了一种免疫状态确定系统、方法、装置及存储介质,该系统包括存储器、处理器及存储在该存储器上并可在处理器上运行的计算机程序,该计算机程序对应以下步骤:确定受检者在对应于免疫分化过程的分化树的多个层级中的每种目标免疫细胞分别对应的得分;为每个层级的目标免疫细胞赋予权重;根据每种目标免疫细胞在分化树中的层级位置以及对应的权重和得分,确定分化树的每个层级的免疫得分,并将每个层级的免疫得分之和作为当前患者的总免疫得分;根据当前患者的总免疫得分以及已存储的总免疫得分与免疫状态分级的对应关系,确定当前受检者所处的免疫状态分级。解决了现有技术的免疫状态检测技术存在无法获得受检者的整体免疫状态的问题。



1. 一种免疫状态确定系统,包括存储器、处理器及存储在该存储器上并可在处理器上运行的计算机程序,其特征在于,所述处理器在执行所述计算机程序时实现以下步骤:

确定受检者在对应于免疫分化过程的分化树的多个层级中的每种目标免疫细胞分别对应的得分,其中,所述得分是基于目标免疫细胞的检测数据所在参考区间以及参考区间与得分之间的对应关系确定的,所述分化树包括五个层级,第一层级的目标免疫细胞包括白细胞(WBC),第二层级的目标免疫细胞包括由所述白细胞分化而来的中性粒细胞(NEU)、淋巴细胞(LYM)和单核细胞(MONO),第三层级的目标免疫细胞包括由淋巴细胞分化而来的B淋巴细胞、T3淋巴细胞和NK细胞,第四层级的目标免疫细胞包括由T3淋巴细胞分化而来的T4淋巴细胞和T8淋巴细胞,第五层级的目标免疫细胞包括由T4淋巴细胞分化而来的初始T4淋巴细胞、记忆T4淋巴细胞、功能T4淋巴细胞和凋亡T4淋巴细胞,以及由T8淋巴细胞分化而来的初始T8淋巴细胞、记忆T8淋巴细胞、功能T8淋巴细胞和凋亡T8淋巴细胞;

为每个层级的目标免疫细胞赋予权重;

根据每种目标免疫细胞在所述分化树中的层级位置,以及对应的权重和得分,确定分化树的每个层级的免疫得分,并将每个层级的免疫得分之和作为当前患者的总免疫得分,其中,每个层级的免疫得分的确定方法包括如果当前层级有末端目标免疫细胞,则将每个末端目标免疫细胞对应的权重、得分以及自身上游各个直系目标免疫细胞的得分的乘积作为对应末端目标免疫细胞的免疫得分,并将当前层级的所有末端目标免疫细胞的免疫得分之和作为当前层级的免疫得分;如果当前层级没有末端目标免疫细胞,且当前层级包括两个目标免疫细胞,则将这两个目标免疫细胞的权重比值、得分比值以及这两个目标免疫细胞对应的上游各个直系目标免疫细胞的得分的乘积作为当前层级的免疫得分;

根据当前患者的总免疫得分以及已存储的总免疫得分与免疫状态分级的对应关系,确定当前受检者所处的免疫状态分级。

2. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,具有直系分化关系的目标免疫细胞,在分化树中的层级越高对应的权重越低。

3. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,

所述总免疫得分=(初始T4权重×初始T4得分×T4得分×T3得分×LYM得分×WBC得分)+ (记忆T4权重×记忆T4得分×T4得分×T3得分×LYM得分×WBC得分)+(功能T4权重×功能T4得分×T4得分×T3得分×LYM得分×WBC得分)+(凋亡T4权重×凋亡T4得分×T4得分×T3得分×LYM得分×WBC得分)+(初始T8权重×初始T8得分×T8得分×T3得分×LYM得分×WBC得分)+(记忆T8权重×记忆T8得分×T8得分×T3得分×LYM得分×WBC得分)+(功能T8权重×功能T8得分×T8得分×T3得分×LYM得分×WBC得分)+(凋亡T8权重×凋亡T8得分×T8得分×T3得分×LYM得分×WBC得分)+(T4/T8权重×T4/T8得分×T3得分×LYM得分×WBC得分)+(B权重×B得分×LYM得分×WBC得分)+(NK权重×NK得分×LYM得分×WBC得分)+(NEU权重×NEU得分×WBC得分)+(MONO权重×MONO得分×WBC得分)。

4. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述参考区间为P2.5-P97.5。

5. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,还包括流式细胞仪;

所述流式细胞仪用于确定受检者血液样本的各个目标免疫细胞的检测数据。

6. 一种免疫状态确定方法,其特征在于,包括:

确定受检者在对应于免疫分化过程的分化树的多个层级中的每种目标免疫细胞分别

对应的得分,其中,所述得分是基于目标免疫细胞的检测数据所在参考区间以及参考区间与得分之间的对应关系确定的,所述分化树包括五个层级,第一层级的目标免疫细胞包括白细胞(WBC),第二层级的目标免疫细胞包括由所述白细胞分化而来的中性粒细胞(NEU)、淋巴细胞(LYM)和单核细胞(MONO),第三层级的目标免疫细胞包括由淋巴细胞分化而来的B淋巴细胞、T3淋巴细胞和NK细胞,第四层级的目标免疫细胞包括由T3淋巴细胞分化而来的T4淋巴细胞和T8淋巴细胞,第五层级的目标免疫细胞包括由T4淋巴细胞分化而来的初始T4淋巴细胞、记忆T4淋巴细胞、功能T4淋巴细胞和凋亡T4淋巴细胞,以及由T8淋巴细胞分化而来的初始T8淋巴细胞、记忆T8淋巴细胞、功能T8淋巴细胞和凋亡T8淋巴细胞;

为每个层级的目标免疫细胞赋予权重;

根据每种目标免疫细胞在所述分化树中的层级位置,以及对应的权重和得分,确定分化树的每个层级的免疫得分,并将每个层级的免疫得分之和作为当前患者的总免疫得分,其中,每个层级的免疫得分的确定方法包括如果当前层级有末端目标免疫细胞,则将每个末端目标免疫细胞对应的权重、得分以及自身上游各个直系目标免疫细胞的得分的乘积作为对应末端目标免疫细胞的免疫得分,并将当前层级的所有末端目标免疫细胞的免疫得分之和作为当前层级的免疫得分;如果当前层级没有末端目标免疫细胞,且当前层级包括两个目标免疫细胞,则将这两个目标免疫细胞的权重比值、得分比值以及这两个目标免疫细胞对应的上游各个直系目标免疫细胞的得分的乘积作为当前层级的免疫得分;

根据当前患者的总免疫得分,以及已存储的总免疫得分与免疫状态分级的对应关系,确定当前受检者所处的免疫状态分级。

7.一种免疫状态确定装置,其特征在于,包括:

得分确定模块,用于确定受检者在对应于免疫分化过程的分化树的多个层级中的每种目标免疫细胞分别对应的得分,其中,所述得分是基于目标免疫细胞的检测数据所在参考区间以及参考区间与得分之间的对应关系确定的,所述分化树包括五个层级,第一层级的目标免疫细胞包括白细胞(WBC),第二层级的目标免疫细胞包括由所述白细胞分化而来的中性粒细胞(NEU)、淋巴细胞(LYM)和单核细胞(MONO),第三层级的目标免疫细胞包括由淋巴细胞分化而来的B淋巴细胞、T3淋巴细胞和NK细胞,第四层级的目标免疫细胞包括由T3淋巴细胞分化而来的T4淋巴细胞和T8淋巴细胞,第五层级的目标免疫细胞包括由T4淋巴细胞分化而来的初始T4淋巴细胞、记忆T4淋巴细胞、功能T4淋巴细胞和凋亡T4淋巴细胞,以及由T8淋巴细胞分化而来的初始T8淋巴细胞、记忆T8淋巴细胞、功能T8淋巴细胞和凋亡T8淋巴细胞;

权重确定模块,用于为每个层级的目标免疫细胞赋予权重;

免疫得分确定模块,用于根据每种目标免疫细胞在所述分化树中的层级位置以及对应的权重和得分,确定分化树的每个层级的免疫得分,并将每个层级的免疫得分之和作为当前患者的总免疫得分,其中,每个层级的免疫得分的确定方法包括如果当前层级有末端目标免疫细胞,则将每个末端目标免疫细胞对应的权重、得分以及自身上游各个直系目标免疫细胞的得分的乘积作为对应末端目标免疫细胞的免疫得分,并将当前层级的所有末端目标免疫细胞的免疫得分之和作为当前层级的免疫得分;如果当前层级没有末端目标免疫细胞,且当前层级包括两个目标免疫细胞,则将这两个目标免疫细胞的权重比值、得分比值以及这两个目标免疫细胞对应的上游各个直系目标免疫细胞的得分的乘积作为当前层级的

免疫得分；

免疫状态确定模块,用于根据当前患者的总免疫得分以及已存储的总免疫得分与免疫状态分级的对应关系,确定当前受检者所处的免疫状态分级。

8.一种包含计算机可执行指令的存储介质,其特征在于,所述计算机可执行指令在由计算机处理器执行时用于执行如权利要求1-5任一所述的处理器所执行的步骤。

## 免疫状态确定系统、方法、装置及存储介质

### 技术领域

[0001] 本发明实施例涉及医疗设备领域,尤其涉及一种免疫状态确定系统、方法、装置及存储介质。

### 背景技术

[0002] 免疫细胞是指参与免疫应答或与免疫应答相关的细胞,包括白细胞、淋巴细胞、树突状细胞、单核/巨噬细胞、粒细胞、肥大细胞等。免疫细胞可以分为多种,并各自担任着重要的角色。

[0003] 淋巴细胞是免疫系统的基本成分,在体内分布很广泛,主要是T淋巴细胞、B淋巴细胞受抗原刺激而被活化(activation),分裂增殖、发生特异性免疫应答。T淋巴细胞是一个多功能的细胞群,包括T4淋巴细胞和T8淋巴细胞,而T4淋巴细胞和T8淋巴细胞在不同分化周期有不同的功能。另外,除淋巴细胞外,参与免疫应答的细胞还有浆细胞、粒细胞、肥大细胞、抗原呈递细胞及单核吞噬细胞等。

[0004] 人体免疫细胞的状态与各类疾病的发生、进展均有直接相关性,比如肿瘤的发生、发展过程就是因为人体自身免疫细胞功能长期下调或受到抑制的结果。

[0005] 现有技术评价人体免疫状态的方法还停留在单一免疫细胞亚群的数量与比例等常规指标。比如,如淋巴细胞的数量与比例、T4淋巴细胞的数量与比例等,可以理解的是,医生仅能通过单一免疫细胞亚群的数量与比例确定受检者某方面的免疫状态,却很难确定其整体免疫状态。

[0006] 综上,现有技术的免疫状态检测技术存在无法获得受检者的整体免疫状态的问题。

### 发明内容

[0007] 本发明实施例提供了一种免疫状态确定系统、方法、装置及存储介质,解决了现有技术的免疫状态检测技术存在无法获得受检者的整体免疫状态的问题。

[0008] 第一方面,本发明实施例提供了一种免疫状态确定系统,包括存储器、处理器及存储在所述存储器上并可在所述处理器上运行的计算机程序,所述处理器在执行所述计算机程序时实现以下步骤:

[0009] 确定受检者在对应于免疫分化过程的分化树的多个层级中的每种目标免疫细胞分别对应的得分,其中,所述得分是基于目标免疫细胞的检测数据所在参考区间以及参考区间与得分之间的对应关系确定的,所述分化树至少包括四个层级;

[0010] 为每个层级的目标免疫细胞赋予权重;

[0011] 根据每种目标免疫细胞在所述分化树中的层级位置,以及对应的权重和得分,确定分化树的每个层级的免疫得分,并将每个层级的免疫得分之和作为当前患者的总免疫得分;

[0012] 根据当前患者的总免疫得分以及已存储的总免疫得分与免疫状态分级的对应关

系,确定当前受检者所处的免疫状态分级。

[0013] 第二方面,本发明实施例还提供了一种免疫状态确定方法,包括:

[0014] 确定受检者在对应于免疫分化过程的分化树的多个层级中的每种目标免疫细胞分别对应的得分,其中,所述得分是基于目标免疫细胞的检测数据所在参考区间以及参考区间与得分之间的对应关系确定的,所述分化树至少包括四个层级;

[0015] 为每个层级的目标免疫细胞赋予权重;

[0016] 根据每种目标免疫细胞在所述分化树中的层级位置,以及对应的权重和得分,确定分化树的每个层级的免疫得分,并将每个层级的免疫得分之和作为当前患者的总免疫得分;

[0017] 根据当前患者的总免疫得分以及已存储的总免疫得分与免疫状态分级的对应关系,确定当前受检者所处的免疫状态分级。

[0018] 第三方面,本发明实施例还提供了一种免疫状态确定装置,包括:

[0019] 得分确定模块,用于确定受检者在对应于免疫分化过程的分化树的多个层级中的每种目标免疫细胞分别对应的得分,其中,所述得分是基于目标免疫细胞的检测数据所在参考区间以及参考区间与得分之间的对应关系确定的,所述分化树至少包括四个层级;

[0020] 权重确定模块,用于为每个层级的目标免疫细胞赋予权重;

[0021] 免疫得分确定模块,用于根据每种目标免疫细胞在所述分化树中的层级位置以及对应的权重和得分,确定分化树的每个层级的免疫得分,并将每个层级的免疫得分之和作为当前患者的总免疫得分;

[0022] 免疫状态确定模块,用于根据当前患者的总免疫得分以及已存储的总免疫得分与免疫状态分级的对应关系,确定当前受检者所处的免疫状态分级。

[0023] 第四方面,本发明实施例还提供了一种包含计算机可执行指令的存储介质,所述计算机可执行指令在由计算机处理器执行时用于执行如第一方面的处理器所执行的步骤。

[0024] 本发明实施例提供的免疫状态确定系统的技术方案,该系统处理器可实现:确定受检者在对应于免疫分化过程的分化树的多个层级中的每种目标免疫细胞分别对应的得分;为每个层级的目标免疫细胞赋予权重,通过多层次多种类的免疫细胞来反映当前患者各方面的免疫状态;根据每种目标免疫细胞在分化树中的层级位置以及对应的权重和得分,确定分化树的每个层级的免疫得分,并将每个层级的免疫得分之和作为当前患者的总免疫得分;根据当前患者的总免疫得分以及已存储的总免疫得分与免疫状态分级的对应关系,确定当前受检者所处的免疫状态分级。通过受检者的多层级多种类的免疫细胞对应的检测数据得到的总免疫得分确定当前患者的总免疫状态,相较于现有技术,可以确定受检者的整体免疫功能状态,进而可以准确地确定受检者的健康状态。

## 附图说明

[0025] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用的附图做一简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0026] 图1是本发明实施例一提供的免疫状态确定系统的结构框图;

- [0027] 图2是本发明实施例一提供的免疫状态确定方法的流程图；  
 [0028] 图3A是本发明实施例一提供的分化树示意图；  
 [0029] 图3B是本发明实施例一提供的分化树示意图；  
 [0030] 图4是本发明实施例一提供的又一免疫状态确定系统的结构框图；  
 [0031] 图5是本发明实施例二提供的免疫状态确定方法的流程图；  
 [0032] 图6是本发明实施例三提供的免疫状态确定装置的结构框图。

### 具体实施方式

[0033] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚，以下将参照本发明实施例中的附图，通过实施方式清楚、完整地描述本发明的技术方案，显然，所描述的实施例是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

#### [0034] 实施例一

[0035] 本发明实施例提供了一种免疫状态确定系统。如图1所示，该系统包括存储器102、处理器101及存储在该存储器102上并可在处理器上运行的计算机程序。如图2所示，该处理器在执行计算机程序时实现以下步骤：

[0036] S101、确定受检者在对应于免疫分化过程的分化树的多个层级中的每种目标免疫细胞分别对应的得分。

[0037] 其中，得分是基于每种目标免疫细胞的检测数据所在参考区间以及参考区间与得分之间的对应关系确定的，分化树至少包括四个层级。

[0038] 由于人体免疫系统的复杂性，其免疫性的降低往往是从免疫系统的某个或某几个方面开始，为此本实施例采集受检者对应于免疫分化过程的分化树（参见图3A和图3B所示）的多个层级中的每种目标免疫细胞的检测数据，然后根据每个免疫细胞的检测数据，以及对对应免疫细胞的检测数据与参考区间之间的对应关系，确定每个免疫细胞的检测数据所对应的参考区间。目标免疫细胞的参考区间确定之后，根据每种目标免疫细胞的参考区间，以及参考区间与得分之间的对应关系，确定每种目标免疫细胞的得分。通过每种目标免疫细胞的得分来反映每种目标免疫细胞的状态，从而反映受检者某一方面的免疫功能的状态。示例性的，炎症感染：白细胞总数异常升高、中性粒细胞异常升高；病毒感染：白细胞正常或下降、淋巴细胞异常升高；血液病：白细胞总数异常升高或降低、出现异常CD45弱或阴性细胞群。

[0039] 本实施例根据WS/T 402-2012中华人民共和国卫生行业标准《临床实验室检验项目参考区间的制定》的规定，通过至少120例样本数据建立参考区间，参考区间优选为P2.5-P97.5。参考区间与得分之间的对应关系参见表1所示。

[0040] 表1区间与得分的对应关系表

[0041]	$<P_0$	$P_{0-0.5}$	$P_{0.5-1.5}$	$P_{1.5-2.5}$	$P_{2.5-97.5}$	$P_{97.5-98.5}$	$P_{98.5-99.5}$	$P_{99.5-100}$	$>P_{100}$
	0-0.3	0.3-0.5	0.5-0.7	0.7-0.9	0.9-1	0.9-0.7	0.7-0.5	0.5-0.3	0.3-0

[0042] 优选地，如图3A所示，本实施例的分化树包括五个层级，其中，第一层级包括白细胞（WBC），第二层级包括由白细胞分化而来的淋巴细胞（LYM），第三层级包括由淋巴细胞分化而来的T3淋巴细胞，第四层级包括由T3淋巴细胞分化而来的T4淋巴细胞和T8淋巴细胞，

第五层级包括由T4淋巴细胞分化而来的初始T4淋巴细胞、记忆T4淋巴细胞、功能T4淋巴细胞和凋亡T4淋巴细胞,以及由T8淋巴细胞分化而来的初始T8淋巴细胞、记忆T8淋巴细胞、功能T8淋巴细胞和凋亡T8淋巴细胞。

[0043] 进一步地,如图3B所示,该分化树除了最后一层级包含末端目标免疫细胞之外,其他层级也包含有末端目标免疫细胞。其中,第一层级包括白细胞(WBC),第二层级包括由白细胞分化而来的中性粒细胞(NEU)、淋巴细胞(LYM)和单核细胞(MONO),第三层级包括由淋巴细胞分化而来的B淋巴细胞、T3淋巴细胞和NK细胞,第四层级包括由T3淋巴细胞分化而来的T4淋巴细胞和T8淋巴细胞,第五层级包括由T4淋巴细胞分化而来的初始T4淋巴细胞、记忆T4淋巴细胞、功能T4淋巴细胞和凋亡T4淋巴细胞,以及由T8淋巴细胞分化而来的初始T8淋巴细胞、记忆T8淋巴细胞、功能T8淋巴细胞和凋亡T8淋巴细胞。

[0044] 可以理解的是,具体使用时,可以根据实际需要向每个层级添加其他的目标免疫细胞。

[0045] 其中,白细胞是外周血中主要执行免疫功能的多细胞亚群的总称,包括中性粒细胞、嗜酸性粒细胞、嗜碱性粒细胞、单核细胞、淋巴细胞。淋巴细胞是机体细胞免疫和体液免疫的细胞基础,是执行免疫功能的主要执行者。B淋巴细胞参与体液免疫。NK细胞参与非特异性细胞免疫。T4淋巴细胞是辅助性T淋巴细胞,分泌细胞因子,协调免疫系统。T8淋巴细胞是细胞毒性T淋巴细胞,发挥特异性杀伤功能,杀伤靶细胞。CD45RA表达于初始的T4淋巴细胞和T8淋巴细胞表面,是未接受抗原刺激并处于静息期的细胞。CD45RO表达于记忆的T4淋巴细胞和T8淋巴细胞表面,是发挥效应的T4淋巴细胞和T8淋巴细胞表面转化为记忆细胞的标识。CD28是T淋巴细胞表面共刺激分子,又称第二信号。当第一信号、第二信号同时存在,T淋巴细胞才发生活化;CD28<sup>+</sup>T淋巴细胞过少,即第二信号产生越少、无应答过多,会使免疫T淋巴细胞处于抑制状态,机体免疫功能下降。CD95又称Fas,活化的T、NK细胞均高表达Fas。当Fas与Fas配体结合,启动表达Fas的靶细胞程序性死亡。在抗原被效应细胞清除后,活化T淋巴细胞通过此途径大量凋亡,恢复至静息水平,以维持自身稳定。检测T淋巴细胞CD95表达水平,反映T淋巴细胞活化并凋亡敏感的细胞数量。

[0046] S102、为每个层级的目标免疫细胞赋予权重。

[0047] 为分化树的每个层级的目标免疫细胞赋予权重,如表2所示,具有直系分化关系的目标免疫细胞,在分化树中的层级越高对应的权重越低。通过权重来反映每个层级的目标免疫细胞对人体免疫状态的重要程度。

[0048] 可以理解的是,权重的大小用于反映目标免疫细胞在免疫状态判定时的重要程度,因此需要根据大量已知免疫状态的受检者的检测数据,来确定每种目标免疫细胞的权重。

[0049] 表2权重表

层级 1	权重	层级 2	权重	层级 3	权重	层级 4	权重	层级 5	权重
[0050] 白细胞	100	淋巴细胞	70-86	T3	40-60	T4	15-30	初始 T4	5-10
								记忆 T4	5-10
								功能 T4	5-10
								凋亡 T4	5-10
						T8	10-20	初始 T8	5-10
								记忆 T8	5-10
								功能 T8	5-10
								凋亡 T8	5-10
						T4/T8	5-10		
						NK 细胞	5-20		
B 淋巴	5-15								
中性粒细胞	7-20								
单核细胞	5-15								

[0051] S103、根据每种目标免疫细胞在分化树中的层级位置以及对应的权重和得分，确定分化树的每个层级的免疫得分，并将每个层级的免疫得分之和作为当前患者的总免疫得分。

[0052] 在确定了目标免疫细胞的得分和权重之后，考虑到免疫系统的整体性，本实施例根据每种目标免疫细胞在分化树中的层级位置，确定分化树的每个层级的免疫得分，然后根据分化树的每个层级的免疫得分确定当前受检者的总免疫得分。通过总免疫得分反映当前受检者的整体免疫状态。

[0053] 其中，每个层级的免疫得分的确定方法包括：如果当前层级有末端目标免疫细胞，则将每个末端目标免疫细胞对应的权重、得分以及自上游各个直系目标免疫细胞的得分的乘积作为对应末端目标免疫细胞的免疫得分，并将当前层级的所有末端目标免疫细胞的免疫得分之和作为当前层级的免疫得分；如果当前层级没有末端目标免疫细胞，且当前层级包括两个目标免疫细胞，则将这两个目标免疫细胞的权重比值、得分比值以及这两个目标免疫细胞对应的上游各个直系目标免疫细胞的得分的乘积作为当前层级的免疫得分。

[0054] 其中，末端目标免疫细胞是指该目标免疫细胞位于分化树的当前分支的末端，即自身没有对应的直系下游目标免疫细胞，仅有直系上游目标免疫细胞。如图3B所示，分化树的第四层级没有末端目标免疫细胞，只有两个非末端目标免疫细胞，分别是T4淋巴细胞和T8淋巴细胞。本实施例优选将T4权重/T8权重、T4得分/T8得分、以及T3淋巴细胞对应的T3得分，淋巴细胞得分以及白细胞得分的乘积作为第四层级的免疫得分。

[0055] 示例性的，以T4/T8权重表示T4权重/T8权重，以T4/T8得分表示T4得分/T8得分，并以分化树的多个层级均包括末端目标免疫细胞为例，当前患者的总免疫得分为：总免疫得分 = (初始T4权重 × 初始T4得分 × T4得分 × T3得分 × LYM得分 × WBC得分) + (记忆T4权重 × 记忆T4得分 × T4得分 × T3得分 × YM得分 × WBC得分) + (功能T4权重 × 功能T4得分 × T4得分 × T3得分 × LYM得分 × WBC得分) + (凋亡T4权重 × 凋亡T4得分 × T4得分 × T3得分 × LYM得分

$\times \text{WBC得分}) + (\text{初始T8权重} \times \text{初始T8得分} \times \text{T8得分} \times \text{T3得分} \times \text{LYM得分} \times \text{WBC得分}) + (\text{记忆T8权重} \times \text{记忆T8得分} \times \text{T8得分} \times \text{T3得分} \times \text{LYM得分} \times \text{WBC得分}) + (\text{功能T8权重} \times \text{功能T8得分} \times \text{T8得分} \times \text{T3得分} \times \text{LYM得分} \times \text{WBC得分}) + (\text{凋亡T8权重} \times \text{凋亡T8得分} \times \text{T8得分} \times \text{T3得分} \times \text{LYM得分} \times \text{WBC得分}) + (\text{T4/T8权重} \times \text{T4/T8得分} \times \text{T3得分} \times \text{LYM得分} \times \text{WBC得分}) + (\text{B权重} \times \text{B得分} \times \text{LYM得分} \times \text{WBC得分}) + (\text{NK权重} \times \text{NK得分} \times \text{LYM得分} \times \text{WBC得分}) + (\text{NEU权重} \times \text{NEU得分} \times \text{WBC得分}) + (\text{MONO权重} \times \text{MONO得分} \times \text{WBC得分})。$

[0056] S104、根据当前患者的总免疫得分,以及已存储的总免疫得分与免疫状态分级的对应关系,确定当前受检者所处的免疫状态分级。

[0057] 患者的总得分得到之后,根据患者的总免疫得分,以及已存储的总免疫得分与免疫状态分级的对应关系,确定当前受检者所处的免疫状态分级。

[0058] 由于该系统基于多层级的多种目标免疫细胞的检测数据确定受检者的免疫状态分级,因此适应于各种人群的免疫状态分析,比如,免疫抑制剂使用者、严重感染者、长期低免疫状态者和体检人群等。

[0059] 其中,免疫状态分级可选为:最佳、健康、一般、预警和关注。其中,预警状态需要受检者注意自己的免疫状态,定时检查;关注状态需要受检者配合医务人员随时关注自己的免疫状态,及时治疗。

[0060] 优选地,如图4所示,该系统还包括流式细胞仪105,该流式细胞仪105用于确定受检者的血液样本的预设免疫细胞亚群的预设指标数据。可以理解的是,该系统可以集成于流式细胞仪的工作站上,也可以离线使用。

[0061] 该系统还包括输入装置103和输出装置104,其中,输入装置103可用于接收输入的数字或字符信息,以及产生与设备的用户设置以及功能控制有关的键信号输入。输出装置104可包括显示屏等显示设备,用于输出处理器确定的当前受检者所处的免疫状态分级,而且该分级可以是文字形式,也可以是颜色形式等,以使用户直接读出当前受检者的免疫状态。

[0062] 其中,处理器101的数量可以是一个或多个,图4中以一个处理器101为例;系统中的处理器101、存储器102、输入装置103以及输出装置104可以通过总线或其他方式连接,图4中以通过总线连接为例。

[0063] 其中,存储器102作为一种计算机可读存储介质,可用于存储软件程序、计算机可执行程序以及模块。处理器101通过运行存储在存储器102中的软件程序、指令以及模块,从而执行设备的各种功能应用以及数据处理,即实现本实施例的技术方案。

[0064] 存储器102可主要包括存储程序区和存储数据区,其中,存储程序区可存储操作系统、至少一个功能所需的应用程序;存储数据区可存储根据终端的使用所创建的数据等。此外,存储器102可以包括高速随机存取存储器,还可以包括非易失性存储器,例如至少一个磁盘存储器件、闪存器件、或其他非易失性固态存储器件。在一些实例中,存储器102可进一步包括相对于处理器101远程设置的存储器,这些远程存储器可以通过网络连接至设备。上述网络的实例包括但不限于互联网、企业内部网、局域网、移动通信网及其组合。

[0065] 本发明实施例提供的免疫状态确定系统的技术方案,该系统处理器可实现:确定受检者在对应于免疫分化过程的分化树的多个层级中的每种目标免疫细胞分别对应的得分;为每个层级的目标免疫细胞赋予权重,通过多层次多种类的免疫细胞来反映当前患者

各方面的免疫状态;根据每种目标免疫细胞在分化树中的层级位置以及对应的权重和得分,确定分化树的每个层级的免疫得分,并将每个层级的免疫得分之和作为当前患者的总免疫得分;根据当前患者的总免疫得分以及已存储的总免疫得分与免疫状态分级的对应关系,确定当前受检者所处的免疫状态分级。通过受检者的多层级多种类的免疫细胞对应的检测数据得到的总免疫得分确定当前患者的总免疫状态,相较于现有技术,可以确定受检者的整体免疫功能状态,进而可以准确地确定受检者的健康状态。

[0066] 实施例二

[0067] 图5是本发明实施例二提供的免疫状态确定方法的流程图。本实施例的技术方案适用于根据受检者的多个目标免疫细胞对应的检测数据确定其免疫状态的情况。该方法可以由本发明实施例提供的免疫状态确定装置来执行,该装置配置在处理器中应用。该方法具体包括如下步骤:

[0068] S201、确定受检者在对应于免疫分化过程的分化树的多个层级中的每种目标免疫细胞分别对应的得分。

[0069] 其中,得分是基于每种目标免疫细胞的检测数据所在参考区间以及参考区间与得分之间的对应关系确定的,分化树至少包括四个层级。

[0070] 由于人体免疫系统的复杂性,其免疫性的降低往往是从免疫系统的某个或某几个方面开始,为此本实施例采集受检者对应于免疫分化过程的分化树(参见图3A和图3B所示)的多个层级中的每种目标免疫细胞的检测数据,然后根据每个免疫细胞的检测数据,以及对应免疫细胞的检测数据与参考区间之间的对应关系,确定每个免疫细胞的检测数据所对应的参考区间。目标免疫细胞的参考区间确定之后,根据每种目标免疫细胞的参考区间,以及参考区间与得分之间的对应关系,确定每种目标免疫细胞的得分。通过每种目标免疫细胞的得分来反映每种目标免疫细胞的状态,从而反映受检者某一方面的免疫功能的状况。

[0071] 其中,检测数据的获取步骤包括:1、采集受检者血液样本2-3ml,采用肝素钠或EDTA抗凝剂。采集后颠倒混匀,得到全血。2、常温运输,在24-48小时内到达实验室,进行检测。3、采用能够检测细胞亚群或细胞表面标志物状态的试剂对血液进行标记,具体为,将其中一部分血液样本加入管1,一部分加入管2,在管1中加入抗人CD3-FITC、抗人CD4-PerCP、抗人CD8-PE、抗人CD45-PEcy7、抗人CD45RA-V450、抗人CD45RO-BV605、抗人CD28-APC-R700、抗人CD95-APC抗体;在管2中加入抗人CD3-FITC、抗人CD16+56-PE、抗人CD45-PerCP、抗人CD19-APC;然后避光保存15分钟,裂解红细胞,洗涤细胞。4、使用流式细胞仪对标记进行检测以得到所需目标免疫细胞的检测数据。可以理解的是,检测数据包括细胞表面标识物数据。

[0072] 优选地,如图3A所示,本实施例的分化树包括五个层级,其中,第一层级包括白细胞(WBC),第二层级包括由白细胞分化而来的淋巴细胞(LYM),第三层级包括由淋巴细胞分化而来的T3淋巴细胞,第四层级包括由T3淋巴细胞分化而来的T4淋巴细胞和T8淋巴细胞,第五层级包括由T4淋巴细胞分化而来的初始T4淋巴细胞、记忆T4淋巴细胞、功能T4淋巴细胞和凋亡T4淋巴细胞,以及由T8淋巴细胞分化而来的初始T8淋巴细胞、记忆T8淋巴细胞、功能T8淋巴细胞和凋亡T8淋巴细胞。

[0073] 进一步地,如图3B所示,该分化树除了最后一层级包含末端目标免疫细胞之外,其他层级也包含有末端目标免疫细胞。其中,第一层级包括白细胞(WBC),第二层级包括由白

细胞分化而来的中性粒细胞 (NEU)、淋巴细胞 (LYM) 和单核细胞 (MONO), 第三层级包括由淋巴细胞分化而来的B淋巴细胞、T3淋巴细胞和NK细胞, 第四层级包括由T3淋巴细胞分化而来的T4淋巴细胞和T8淋巴细胞, 第五层级包括由T4淋巴细胞分化而来的初始T4淋巴细胞、记忆T4淋巴细胞、功能T4淋巴细胞和凋亡T4淋巴细胞, 以及由T8淋巴细胞分化而来的初始T8淋巴细胞、记忆T8淋巴细胞、功能T8淋巴细胞和凋亡T8淋巴细胞。

[0074] 可以理解的是, 具体使用时, 可以根据实际需要向每个层级添加其他的目标免疫细胞。

[0075] S202、为每个层级的目标免疫细胞赋予权重。

[0076] 为分化树的每个层级的目标免疫细胞赋予权重, 且具有直系分化关系的目标免疫细胞, 在分化树中的层级越高对应的权重越低。通过权重来反映每个层级的目标免疫细胞对人体免疫状态的重要程度。

[0077] 可以理解的是, 权重的大小用于反映目标免疫细胞在免疫状态判定时的重要程度, 因此需要根据大量已知免疫状态的受检者的检测数据, 来确定每种目标免疫细胞的权重。

[0078] S203、根据每种目标免疫细胞在分化树中的层级位置, 以及对应的权重和得分, 确定分化树的每个层级的免疫得分, 并将每个层级的免疫得分之和作为当前患者的总免疫得分。

[0079] 在确定了目标免疫细胞的得分和权重之后, 考虑到免疫系统的整体性, 本实施例根据每种目标免疫细胞在分化树中的层级位置, 确定分化树的每个层级的免疫得分, 然后根据分化树的每个层级的免疫得分确定当前受检者的总免疫得分。通过总免疫得分反映当前受检者的整体免疫状态。

[0080] 其中, 每个层级的免疫得分的确定方法包括: 如果当前层级有末端目标免疫细胞, 则将每个末端目标免疫细胞对应的权重、得分以及自身上游各个直系目标免疫细胞的得分的乘积作为对应末端目标免疫细胞的免疫得分, 并将当前层级的所有末端目标免疫细胞的免疫得分之和作为当前层级的免疫得分; 如果当前层级没有末端目标免疫细胞, 且当前层级包括两个目标免疫细胞, 则将这两个目标免疫细胞的权重比值、得分比值以及这两个目标免疫细胞对应的上游各个直系目标免疫细胞的得分的乘积作为当前层级的免疫得分。

[0081] 其中, 末端目标免疫细胞是指该目标免疫细胞位于分化树的当前分支的末端, 即自身没有对应的直系下游目标免疫细胞, 仅有直系上游目标免疫细胞。如图3B所示, 分化树的第四层级没有末端目标免疫细胞, 只有两个非末端目标免疫细胞, 分别是T4淋巴细胞和T8淋巴细胞。本实施例优选将T4权重/T8权重、T4得分/T8得分、以及T3淋巴细胞对应的T3得分, 淋巴细胞得分以及白细胞得分的乘积作为第四层级的免疫得分。

[0082] 示例性的, 以T4/T8权重表示T4权重/T8权重, 以T4/T8得分表示T4得分/T8得分, 并以分化树的多个层级均包括末端目标免疫细胞为例, 当前患者的总免疫得分为: 总免疫得分 = (初始T4权重 × 初始T4得分 × T4得分 × T3得分 × LYM得分 × WBC得分) + (记忆T4权重 × 记忆T4得分 × T4得分 × T3得分 × YM得分 × WBC得分) + (功能T4权重 × 功能T4得分 × T4得分 × T3得分 × LYM得分 × WBC得分) + (凋亡T4权重 × 凋亡T4得分 × T4得分 × T3得分 × LYM得分 × WBC得分) + (初始T8权重 × 初始T8得分 × T8得分 × T3得分 × LYM得分 × WBC得分) + (记忆T8权重 × 记忆T8得分 × T8得分 × T3得分 × LYM得分 × WBC得分) + (功能T8权重 × 功能T8得分 ×

$T8得分 \times T3得分 \times LYM得分 \times WBC得分) + (凋亡T8权重 \times 凋亡T8得分 \times T8得分 \times T3得分 \times LYM得分 \times WBC得分) + (T4/T8权重 \times T4/T8得分 \times T3得分 \times LYM得分 \times WBC得分) + (B权重 \times B得分 \times LYM得分 \times WBC得分) + (NK权重 \times NK得分 \times LYM得分 \times WBC得分) + (NEU权重 \times NEU得分 \times WBC得分) + (MONO权重 \times MONO得分 \times WBC得分)$ 。

[0083] S204、根据当前患者的总免疫得分,以及已存储的总免疫得分与免疫状态分级的对应关系,确定当前受检者所处的免疫状态分级。

[0084] 患者的总得分得到之后,根据患者的总免疫得分,以及已存储的总免疫得分与免疫状态分级的对应关系,确定当前受检者所处的免疫状态分级。

[0085] 由于该系统基于多层级的多种目标免疫细胞的检测数据确定受检者的免疫状态分级,因此适应于各种人群的免疫状态分析,比如,免疫抑制剂使用者、严重感染者、长期低免疫状态者和体检人群等。

[0086] 其中,免疫状态分级可选为:最佳、健康、一般、预警和关注。其中,预警状态需要受检者注意自己的免疫状态,定时检查;关注状态需要受检者配合医务人员随时关注自己的免疫状态,及时治疗。

[0087] 本发明实施例提供的免疫状态确定方法的技术方案,包括:确定受检者在对应于免疫分化过程的分化树的多个层级中的每种目标免疫细胞分别对应的得分;为每个层级的目标免疫细胞赋予权重,通过多层次多种类的免疫细胞来反映当前患者各方面的免疫状态;根据每种目标免疫细胞在分化树中的层级位置以及对应的权重和得分,确定分化树的每个层级的免疫得分,并将每个层级的免疫得分之和作为当前患者的总免疫得分;根据当前患者的总免疫得分以及已存储的总免疫得分与免疫状态分级的对应关系,确定当前受检者所处的免疫状态分级。通过受检者的多层级多种类的免疫细胞对应的检测数据得到的总免疫得分确定当前患者的总免疫状态,相较于现有技术,可以确定受检者的整体免疫功能状态,进而可以准确地确定受检者的健康状态。

[0088] 实施例三

[0089] 图6是本发明实施例三提供的免疫状态确定装置的结构框图。该装置用于执行上述任意实施例所提供的免疫状态确定方法。该装置包括:

[0090] 得分确定模块31,用于确定受检者在对应于免疫分化过程的分化树的多个层级中的每种目标免疫细胞分别对应的得分,其中,得分是基于每种目标免疫细胞的检测数据所在的参考区间以及参考区间与得分之间的对应关系确定的,分化树至少包括四个层级;

[0091] 权重确定模块32,用于为每个层级的目标免疫细胞赋予权重;

[0092] 免疫得分确定模块33,用于根据每种目标免疫细胞在所述分化树中的层级位置以及对应的权重和得分,确定分化树的每个层级的免疫得分,并将每个层级的免疫得分之和作为当前患者的总免疫得分;

[0093] 免疫状态确定模块34,用于根据当前患者的总免疫得分以及已存储的总免疫得分与免疫状态分级的对应关系,确定当前受检者所处的免疫状态分级。

[0094] 本发明实施例提供的免疫状态确定装置的技术方案,通过得分确定模块确定受检者在对应于免疫分化过程的分化树的多个层级中的每种目标免疫细胞分别对应的得分;通过权重确定模块为每个层级的目标免疫细胞赋予权重,分化树至少包括四个层级;通过免疫得分确定模块根据每种目标免疫细胞在分化树中的层级位置以及对应的权重和得分,确

定分化树的每个层级的免疫得分,并将每个层级的免疫得分之和作为当前患者的总免疫得分;通过免疫状态确定模块根据当前患者的总免疫得分以及已存储的总免疫得分与免疫状态分级的对应关系,确定当前受检者所处的免疫状态分级。通过受检者的多层级多种类的免疫细胞对应的检测数据得到的总免疫得分确定当前患者的总免疫状态,相较于现有技术,可以确定受检者的整体免疫功能状态,进而可以准确地确定受检者的健康状态。

[0095] 本发明实施例所提供的免疫状态确定装置可执行本发明任意实施例所提供的免疫状态确定方法,具备执行方法相应的功能模块和有益效果。

[0096] 实施例四

[0097] 本发明实施例四还提供了一种包含计算机可执行指令的存储介质,所述计算机可执行指令在由计算机处理器执行时用于执行一种免疫状态确定方法,该方法包括:

[0098] 确定受检者在对应于免疫分化过程的分化树的多个层级中的每种目标免疫细胞分别对应的得分,其中,所述得分是基于目标免疫细胞的检测数据所在参考区间以及参考区间与得分之间的对应关系确定的,所述分化树至少包括四个层级;

[0099] 为每个层级的目标免疫细胞赋予权重;

[0100] 根据每种目标免疫细胞在所述分化树中的层级位置,以及对应的权重和得分,确定分化树的每个层级的免疫得分,并将每个层级的免疫得分之和作为当前患者的总免疫得分;

[0101] 根据当前患者的总免疫得分,以及已存储的总免疫得分与免疫状态分级的对应关系,确定当前受检者所处的免疫状态分级。

[0102] 当然,本发明实施例所提供的一种包含计算机可执行指令的存储介质,其计算机可执行指令不限于如上所述的方法操作,还可以执行本发明任意实施例所提供的免疫状态确定方法中的相关操作。

[0103] 通过以上关于实施方式的描述,所属领域的技术人员可以清楚地了解到,本发明可借助软件及必需的通用硬件来实现,当然也可以通过硬件实现,但很多情况下前者是更佳的实施方式。基于这样的理解,本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品可以存储在计算机可读存储介质中,如计算机的软盘、只读存储器(Read-Only Memory,简称ROM)、随机存取存储器(Random Access Memory,简称RAM)、闪存(FLASH)、硬盘或光盘等,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机,服务器,或者网络设备等)执行本发明各个实施例所述的免疫状态确定方法。

[0104] 值得注意的是,上述免疫状态确定装置的实施例中,所包括的各个单元和模块只是按照功能逻辑进行划分的,但并不局限于上述的划分,只要能够实现相应的功能即可;另外,各功能单元的具体名称也只是为了便于相互区分,并不用于限制本发明的保护范围。

[0105] 注意,上述仅为本发明的较佳实施例及所运用技术原理。本领域技术人员会理解,本发明不限于这里所述的特定实施例,对本领域技术人员来说能够进行各种明显的变化、重新调整和替代而不会脱离本发明的保护范围。因此,虽然通过以上实施例对本发明进行了较为详细的说明,但是本发明不仅仅限于以上实施例,在不脱离本发明构思的情况下,还可以包括更多其他等效实施例,而本发明的范围由所附的权利要求范围决定。

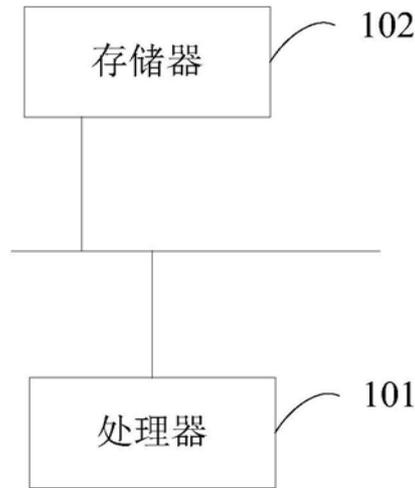


图1

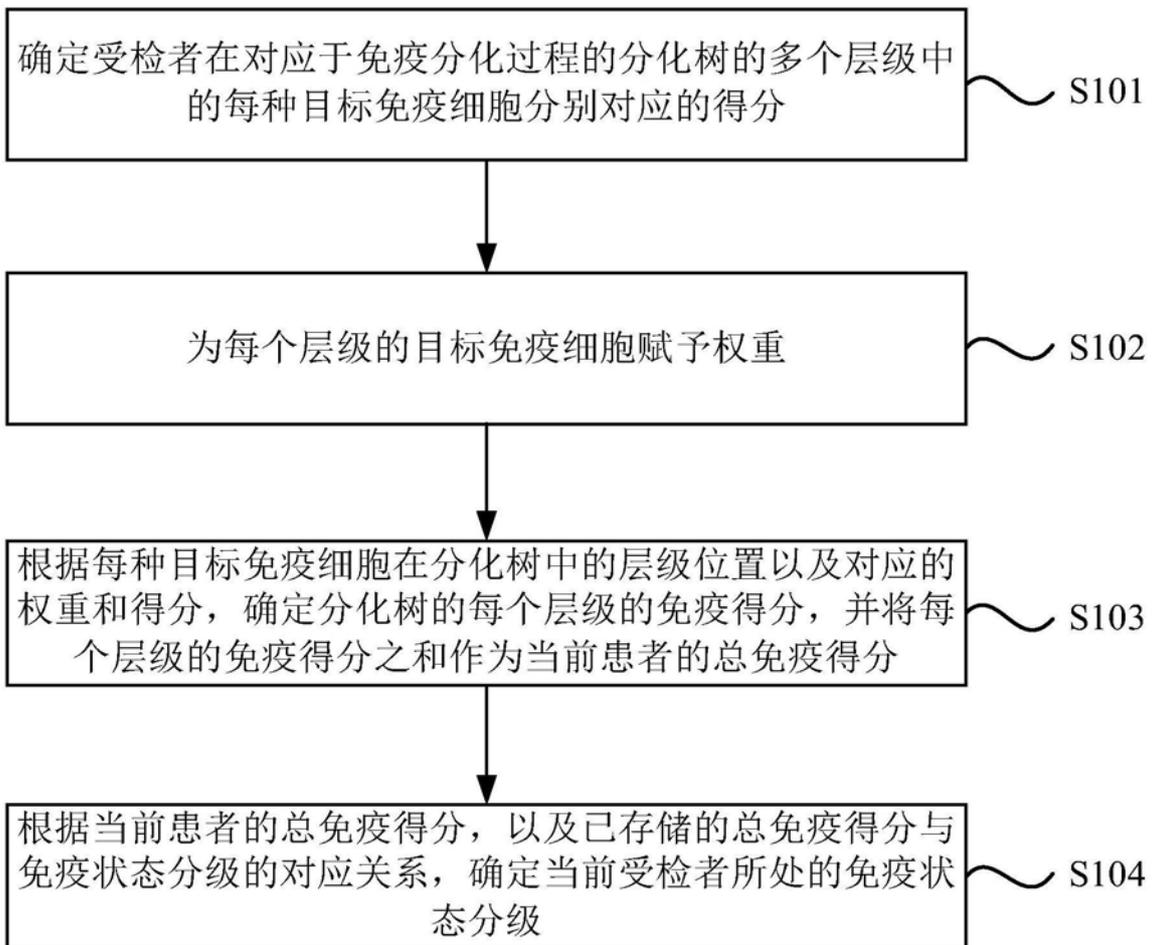


图2

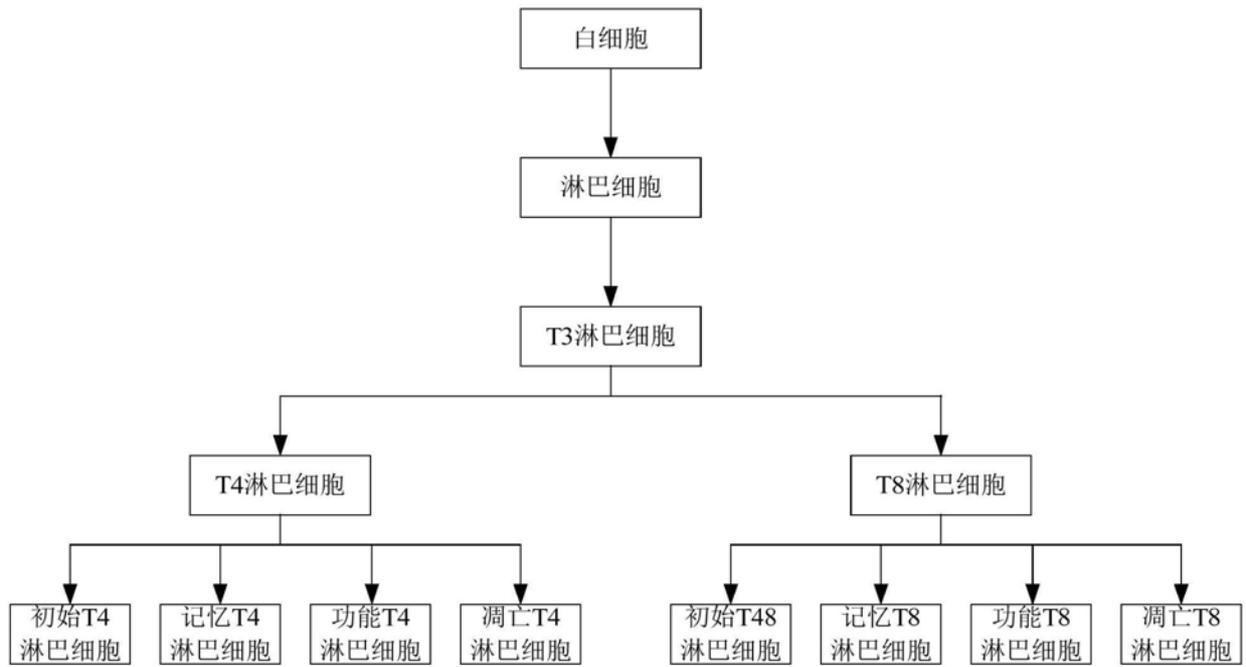


图3A

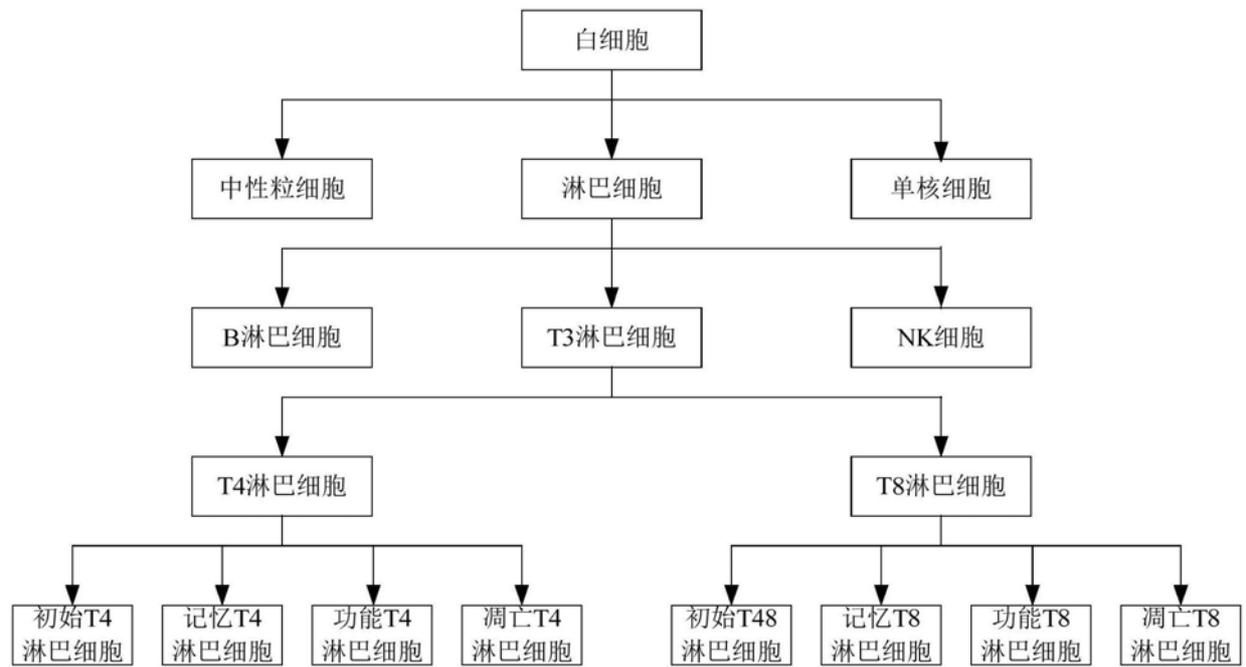


图3B

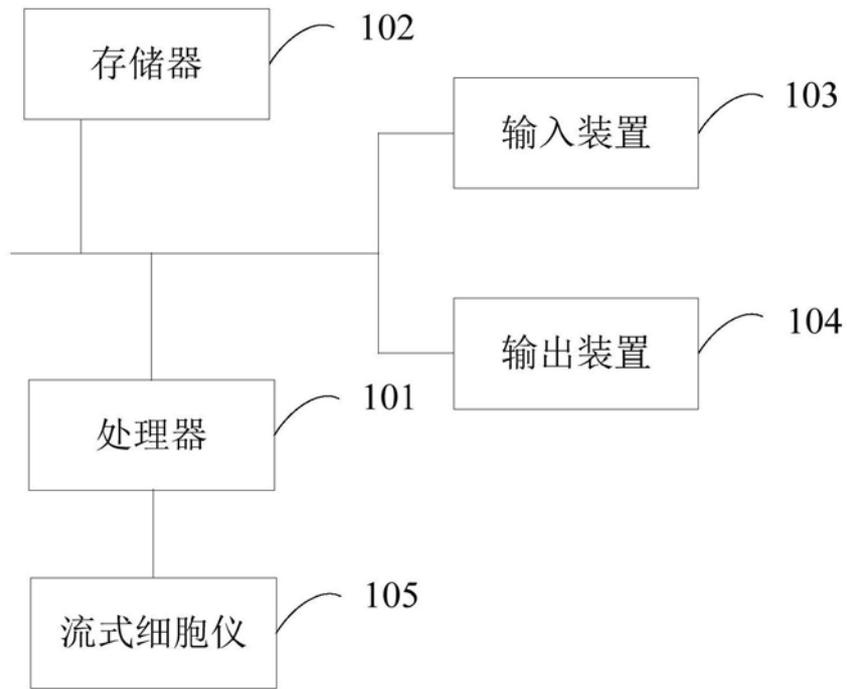


图4

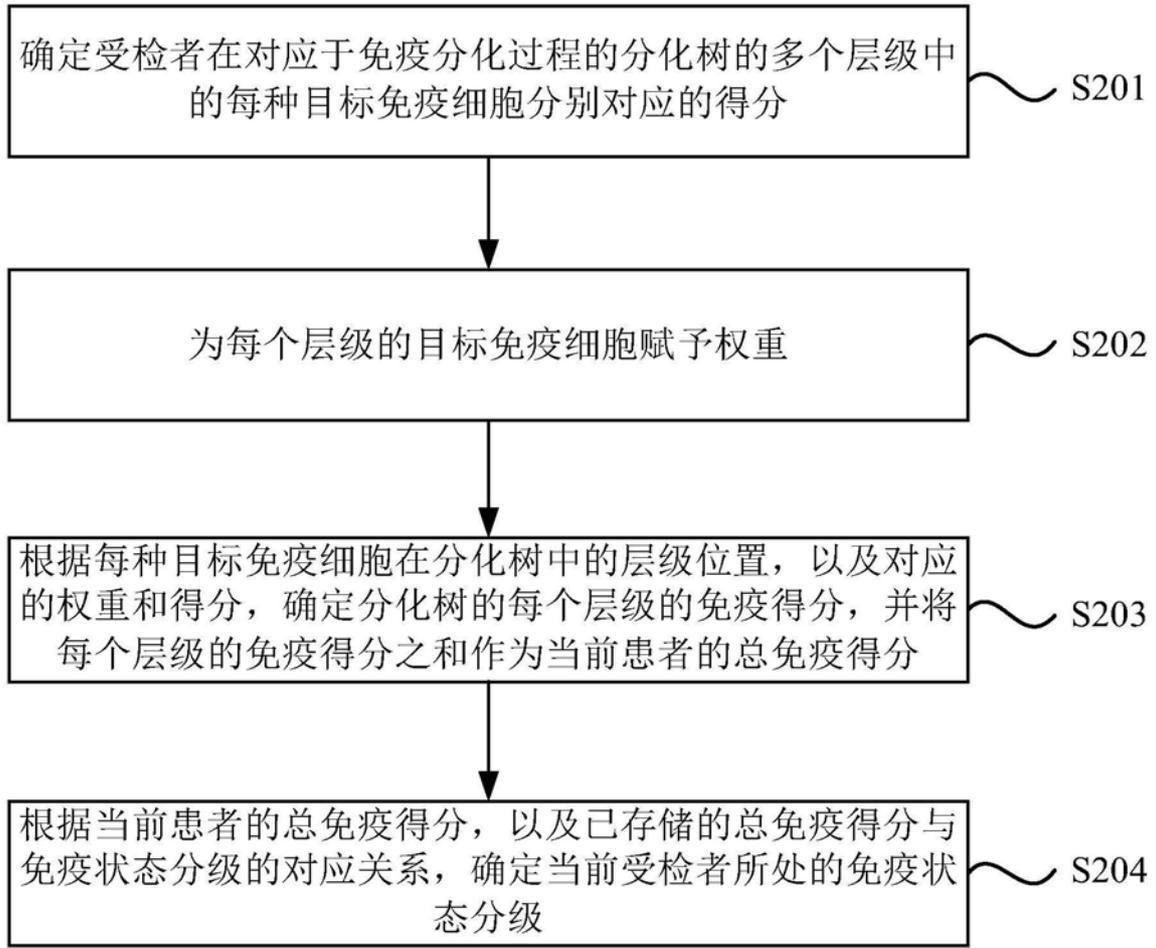


图5

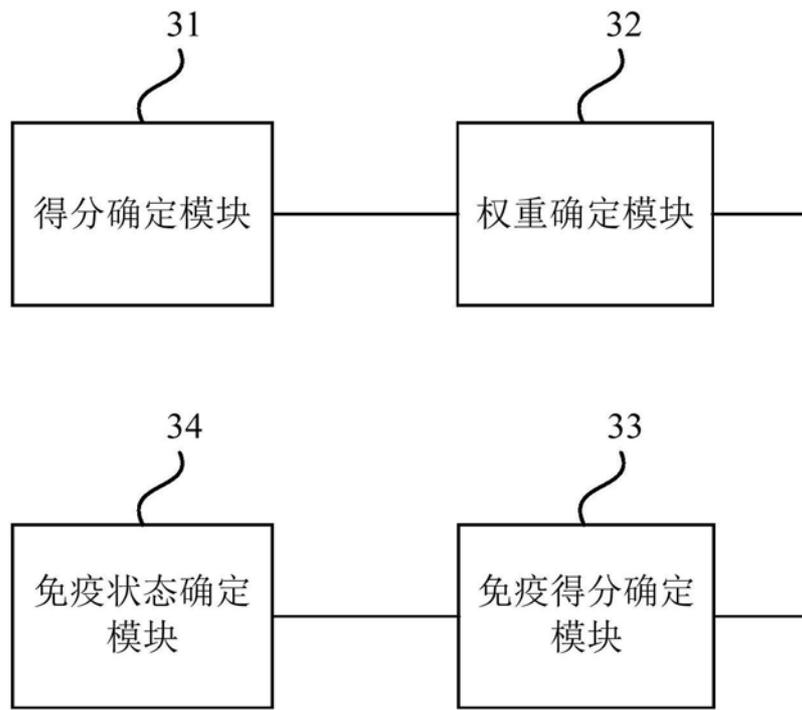


图6